

MEMORIAS del

VIII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales

4 y 5 de Octubre de 2018, Zacatecas, Zac.



COMITÉ ORGANIZADOR DEL CONGRESO

COMITÉ HONORIFICO

L C. Alejandro Tello Cristerna. Gobernador Constitucional del Estado de Zacatecas

Dr. Antonio Guzmán Fernández. Rector de la Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”

Lic. Adolfo Bonilla Gómez. Secretario de la SECAMPO del Gobierno de estado de Zacatecas

Dr. Arturo D. Tijerina Chávez. Director del Centro de Investigación Regional del Norte Centro-INIFAP

Ing. Roberto Luevano Silva. Delegado SAGARPA - Zacatecas

C. Cuauhtémoc Rayas Escobedo. Presidente de la Unión Ganadera Regional - Zacatecas.

Dr. José Manuel Silva Ramos. Coordinador del Área de la DES Agropecuaria

Dr. Marco Antonio López Carlos. Director de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL

Dr. Daniel Rodríguez Tenorio. Presidente del Comité Organizador

Dr. Ramón Gutiérrez Luna. Presidente adjunto del Comité Organizador

COMITÉ EJECUTIVO SOMMAP

Dr. Pedro Jurado Guerra. Presidente de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A.C. (SOMMAP)

Dr. Carlos Morales Nieto. Vicepresidente de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A.C. (SOMMAP)

Dr. Ramón Gutiérrez Luna. Secretario de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A.C. (SOMMAP)

Dra. Alicia Melgoza Castillo. Tesorera de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A.C. (SOMMAP)

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Luis Roberto Reveles Torres. Investigador INIFAP-CIRNOC-CEZAC

Dr. Ramón Gutiérrez Luna. Investigador INIFAP-CIRNOC-CEZAC

Dr. Daniel Rodríguez Tenorio. Docente-investigador de la UAMVZ-UAZ

COMITÉ ORGANIZADOR

Maestro de ceremonias

Dr. Luis Manuel Escareño.

Apoyo administrativo y Logística

M en C. Zimry Cortes Vidaurri

M en C. Ricardo Fernández Mier

M en C. Juan Ignacio Dávila Félix

Dr. Juan José de Jesús Chávez. Carteles y Logística

M en C. Luis Humberto Díaz

Registro, Contabilidad y Constancias

Dra. Fabiola Lydie Rochín Berumen

M en C. Erica G. Hernández Ayala

Lic. en Biol. Estrella García Araujo

Hist. Rosa Blanca Martínez Flores

M en C. Paola I. Correa Aguado

M en C. Myriam Damián Sandoval

Dra. Marisol Blancas Mosqueda

Personal de apoyo

MVZ. Miriam Berenice Pinedo Morales

M en C. Ma. de Lourdes Alonso Herrera

M en C. José Idelfonso Ruiz Rivera

Carteles

Dra. Victoria E. Castellon Ahumada

Dr. Luis Manuel Escareño.

Dr. Eduardo de Jesús Ruíz Fernández

Diseño y Edición

Ing. Juan Manuel Cuevas Solís

ISC. José Israel Casas Flores

Difusión redes sociales

Lic. Omar Suarez López

Dr. Alejandro Espinoza Canales

Evento cultural

MVZ. Raúl Santillán Medina

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Luis Roberto Reveles Torres

Dr. Ramón Gutiérrez Luna

Dr. Daniel Rodríguez Tenorio

Dr. Carlos Meza López

Dr. Rómulo Bañuelos Valenzuela

Dr. Alberto Muro Reyes

Dr. Francisco Javier Gutiérrez Piña

Dra. Melba Rincón Delgado

Dr. Héctor Gutiérrez Bañuelos

Dr. Carlos Fernando Aréchiga Flores

Dr. Juan José de Jesús Chávez

M en C. Sonia Gutiérrez Luna

PRESENTACIÓN

La Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, en el marco del 50 aniversario de su autonomía, se viste de gala con la organización de eventos como el VIII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales, ya que constituye un evento de carácter académico-científico, así como de difusión para los productores, en la adopción de nuevos resultados de investigación para implementarlos en sus sistemas de producción animal.

Es por ello que, **La Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A.C.**, interesada en realizar un congreso anual de manejo de pastizales, designo a la muy noble y leal ciudad de Zacatecas, siendo esta y su vasta extensión territorial, el escenario ideal para que docentes, investigadores, productores pecuarios, estudiantes de las carreras del ámbito pecuario y áreas afines, encuentren el lugar propicio para intercambiar puntos de vista, experiencias así como avances de resultados de investigación, en beneficio de Zacatecas y de México.

La ganadería en Zacatecas como en la zona norte del país, tiene un carácter preponderantemente extensivo, orientada a la venta de animales en pie, producción de leche, sus derivados y carne. La rama pecuaria presenta bajos niveles de capitalización, tecnológicos y de productividad, con una alimentación basada en el pastoreo en agostaderos que presentan escasa cubierta vegetal, con especies de valor forrajero cuya frecuencia y dominancia tiende a decrecer como resultado del sobrepastoreo, el exceso de carga animal y la falta de rotación de potreros, propiciando la erosión del suelo.

En consecuencia, la sobreexplotación de los recursos naturales, sumada al pastoreo y a la adversidad del medio físico, ha reducido rápidamente la cobertura vegetal, con el consiguiente deterioro del ecosistema, disminuyendo en buena medida su potencial, ocasionando desempleo en el medio rural, pobreza, y emigración a los Estados Unidos de Norteamérica y a las zonas urbanas.

La SOMMAP, preocupada por esta situación que prevalece en los agostaderos del norte de México, pensó en dedicar este año el congreso a un tema que, en gran medida, tiene como objetivo paliar la grave situación de sobreutilización de los recursos naturales, como lo son, los **Sistemas de Pastoreo para las zonas áridas de México**, así como el Ajuste de carga animal.

En base a lo anterior, realmente esperamos que la aportación que se busca con este tipo de eventos cumpla con su cometido, y que en mucho rebase las expectativas trazadas con la celebración de este evento.

Sinceramente deseamos que todos ustedes se sientan bienvenidos, y que su estancia en esta ciudad sea placentera y de aprovechamiento en todos los sentidos.

Dr. Daniel Rodríguez Tenorio

Presidente del Comité Organizador del VIII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales

MESA DE TRABAJO

MANEJO DE PASTIZALES



PASTOREO NO-SELECTIVO DE BOSQUES DE ENCINO SOBRE LA PRODUCCION DE FORRAJE Y CONDICIÓN EN CHIHUAHUA

NON-SELECTIVE GRAZING OF OAK FORESTS ON FORAGE PRODUCTION AND RANGE CONDITION IN CHIHUAHUA

Pedro Jurado, Humberto Lagos, Héctor Ramírez, Jesús M. Ochoa, Gabriel Sosa y David Hermosillo
Campo Experimental La Campana-CIRNOC-INIFAP

Resumen

El pastoreo no-selectivo es un sistema que utiliza alta intensidad de pastoreo (hasta 500 animales /ha) con el fin de regenerar el pastizal. El objetivo fue evaluar el pastoreo no-selectivo en un bosque de encino-pino en la producción de forraje y condición del pastizal. El trabajo se llevó a cabo en dos ranchos ganaderos, uno con PNS y otro rancho contiguo con pastoreo continuo (PC) en un bosque de encino-pino en el municipio de Guerrero, Chihuahua. El clima de esta región es semifrío subhúmedo con precipitación promedio anual de 500 mm. Se estimó la condición del pastizal y su producción de forraje en los dos sitios. Los datos se analizaron con pruebas de “t”. La producción total de forraje fue mayor ($P < 0.0001$) en el rancho con PNS, con una media de 1,813 kg M.S./ha, mientras que en el rancho con PC fue de 789 kg M.S./ha. La producción de forraje de pastos forrajeros fue 79% mayor ($P < 0.001$) en el PNS que en el PC. Las especies con mayor producción de forraje fueron liendrilla (*Muhlenbergia rigida*), popotillo (*Schizachyrium scoparium*) y navajita en el PNS y liendrilla, navajita (*Bouteloua gracilis*) y tres barbas (*Aristida* spp) en el PC. La condición del pastizal fue buena en el rancho con PNS y regular en el PC. El pastoreo no-selectivo incrementó la producción de forraje total y de pastos forrajeros. Es recomendable seguir evaluando estos sitios para estimar los cambios a largo plazo.

Palabras clave: Pastoreo ultra-intensivo, producción biomasa, rendimiento forraje, pastizales.

Introducción

El pastoreo no-selectivo (PNS) o ultra-intensivo es un sistema de pastoreo rotacional de alta intensidad de pastoreo (hasta 500 animales ha^{-1}), bajo, con periodos cortos de pastoreo (3-24 h), y periodos largos de descanso (12-18 meses). Los promotores de este tipo de pastoreo aseguran que regenera el suelo, incrementa la producción de forraje y permite aumentar la carga animal sin daño a los pastizales, sin embargo, existe poca información científica sobre los efectos de dicho sistema en los pastizales de Chihuahua. En la actualidad, los especialistas en manejo del pastoreo recomiendan que el pastoreo ligero a moderado, ya sea continuo o estacional y con buenas prácticas de distribución del pastoreo, puede ser implementado para lograr un manejo sustentable de pastizales (Holechek et al., 2003; Bailey and Brown, 2011).

El pastoreo continuo (sin rotación) de ganado en pastizales ha sido similar o mejor en términos de productividad vegetal y animal que el pastoreo rotacional (incluido el de corta duración) en pastizales aridos y semiáridos (Hart et al, 1988; Briske *et al.*, 2008; Hawkins et al., 2017). En contraste, otros investigadores indican que el uso de sistemas de pastoreo rotacionales incrementa la producción de forraje y otras variables en diferentes tipos de pastizales (White et al., 1991; Echavarría et al., 2006, Teague et al., 2013). Algunos estudios han demostrado que el crecimiento

compensatorio de las plantas de pastizales es favorecido por un tiempo largo de recuperación después de la defoliación o pastoreo de los pastizales (Taylor et al., 1993; Ferraro y Oesterheld, 2002; Fynn et al., 2017). Sólo algunos beneficios se han observado con el pastoreo no-selectivo comparado con el pastoreo continuo tales como una mayor actividad microbial del suelo, infiltración de agua y mantillo orgánico en un pastizal-matorral de Sudáfrica (Beukes and Cowling, 2000, 2003).

El manejo del pastoreo es una de las herramientas importantes para el manejo sustentable de pastizales. La aplicación del pastoreo no-selectivo en combinación con altas cargas animales, que se recomienda por sus promotores podría causar una mayor degradación de los pastizales en México, debido a la alta intensidad de pastoreo, aunque los periodos largos de descanso podrían tener un efecto positivo en la vegetación. El objetivo fue evaluar el pastoreo no-selectivo y el pastoreo continuo en un bosque de encino sobre la producción de forraje y condición en Guerrero, Chihuahua.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en dos ranchos ganaderos, uno con pastoreo no-selectivo (PNS) y otro rancho contiguo con pastoreo continuo (PC) en el municipio de Guerrero, en la región de los Valles Centrales de Chihuahua. El clima de esta región es semifrío subhúmedo, con una temperatura media anual de 12°C y una precipitación media anual de 500 mm (INEGI, 2010) con régimen de lluvias de verano. La vegetación es un bosque de encino-pino (COTECOCA, 1978). Los pastos comunes en estos sitios son triguillo (*Piptochaetum fimbriatum*), bromo (*Bromus carinatus*), liendrillas (*Muhlenbergia* spp), amor (*Eragrostis intermedia*), ladera (*Elyonurus barbiculmis*), banderita (*Bouteloua curtipendula*), navajita (*Bouteloua gracilis*), navajita morada (*Bouteloua chondrosioides*), navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*), colorado (*Heteropogon contortus*) y lobo (*Muhlenbergia phleoides*). La producción forrajera en estos sitios es alrededor de 253 kg/ha de materia seca utilizable, en condiciones normales de precipitación y con base en vegetación nativa en condición buena (COTECOCA, 1978).

En el rancho con PNS (690 ha) el pastoreo se ha implementado en bandas de aproximadamente 30x100 m con cerco eléctrico, con 150 cabezas de ganado (densidad animal=500 UA/ha), tiempos de pastoreo de 3 h y periodos de descanso de 12 meses. La carga animal en este rancho es de 4.6 ha/UA. En el rancho con PC, el pastoreo se ha implementado durante 30 años en forma continua-estacional, en un potrero de aproximadamente 20 has. La densidad animal en este sitio es de aproximadamente 1.25 UA/ha (25 vacas/20 ha). En este rancho, la carga animal es de 0.8 ha/UA. Ambos sitios son utilizados por arriba de la carga animal recomendada que es de 24 ha/UA en condición regular y de (COTECOCA,1978).

En octubre de 2017, se establecieron nueve transectos permanentes al azar de 50 m en tres potreros representativos del rancho con PNS que fueron pastoreados en 2016 y con descanso de 12 meses. En el sitio PC, los nueve transectos se establecieron al azar en el potrero de 20 has. En cada transecto se realizaron lecturas de cobertura y composición de especies a cada 0.5 m. También se realizó un corte de producción de forraje al azar al lado de cada transecto en cuadrantes de 1 m² a ras de suelo, incluyendo pastos y hierbas. Las muestras de forraje fueron secadas a 60°C durante 48 h y se estimó la producción de forraje seco total, de pastos forrajeros perennes y de especies anuales de bajo valor forrajero. La condición del pastizal se determinó con base en el análisis cuantitativo de cobertura de especies deseables y la teoría de clímax (Dyksterhuis, 1949;

COTECOCA, 1978). Los datos fueron analizados con pruebas de “t” para detectar diferencias entre ranchos para producción de forraje en cada variable (SAS, 2011). Se declaró un efecto significativo en cada variable a una probabilidad de 0.05.

Resultados y Discusión

La producción total de forraje fue mayor ($P < 0.0001$) en el rancho con PNS, con una media de 1,813 kg M.S./ha, mientras que en el rancho con PC fue de 789 kg M.S./ha (Fig. 1). Similarmente, en otros estudios se encontró una mayor producción de forraje con el uso de pastoreo rotacional vs. PC en un pastizal semiárido de New México (White et al., 1991), en un pastizal-matorral de Zacatecas (Echavarría et al. 2006) y en estudios a escala de ranchos en Texas (Teague et al., 2013). Sin embargo, estos resultados contradicen lo reportado por otros trabajos que indican que la productividad de las plantas es similar en sistemas con pastoreo continuo o tradicional y/o en sistemas rotacionales en pastizales de Estados Unidos (Hart et al., 1988; Derner et al., 2007; Briske et al., 2008; Hawkins et al., 2017).

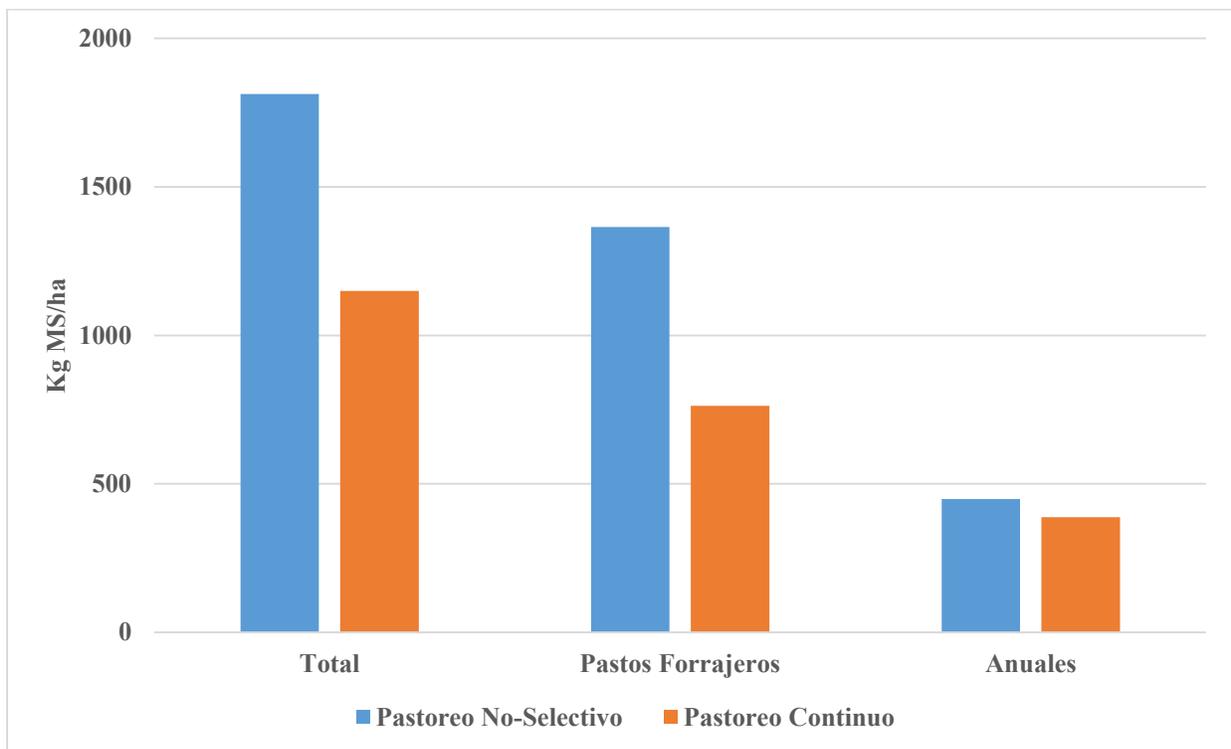


Figura 1. Producción de forraje de pastizales con pastoreo no-selectivo y pastoreo continuo en Chihuahua

La producción de forraje de pastos forrajeros fue 79% mayor ($P < 0.001$) en el PNS que en el PC (Fig. 1). Las especies con mayor producción de forraje fueron liendrilla (*Muhlenbergia rigida*), popotillo (*Schizachyrium scoparium*) y navajita en el PNS y liendrilla, navajita y tres barbas (*Aristida* spp) en el PC. Taylor et al. (1993) también observaron cambios en la producción de forraje entre pastos forrajeros como el banderilla y navajita velluda con sistemas de pastoreo de alta intensidad y baja frecuencia. La producción de pastos forrajeros fue más alta en los dos sitios que el forraje utilizable reportado por COTECOCA (1978) que es de 274 kg/ha, ya que el forraje utilizable fue de 682 kg/ha en el PNS y de 381 kg/ha en el PC, ambos con un 50% de utilización.

Finalmente, la producción de forraje de plantas anuales fue similar ($P>0.335$) entre los sistemas de pastoreo, con un promedio de 417 kg/ha (Fig.1). Cabe destacar que la producción de especies anuales fue representada principalmente por herbáceas anuales como anisillo (*Schkuhria pinnata*) y hierba del perro (*Dyssodia porophyllum*). En contraste, du Toit *et al.* (2011) encontraron una mayor presencia de plantas anuales, incluido el zacate mota (*Chloris virgata*), con alta carga animal o alta intensidad de pastoreo (16 corderos/ha) en pastizales de Sudáfrica.

La condición de los pastizales fue regular con 47% de las especies forrajeras en PC y buena con 55% de plantas forrajeras en el sitio con PNS. Las especies con mayor cobertura fueron pastos navajita, liendrilla y lobero con 36%, 19% y 6%, respectivamente en el PNS, mientras que en el PC fueron pasto navajita con 30%, pasto liendrilla con 23% y tres barbas con 8%. Similarmente a nuestro estudio, Jurado *et al.* (2006) observaron una mayor cobertura de pastos de buen valor forrajero en ranchos con pastoreo corta-duración en Chihuahua.

Conclusiones

La disponibilidad de forraje total y de pastos forrajeros perennes fue mayor en el PNS que en el PC. No hubo diferencias en producción de plantas anuales entre sistemas de pastoreo. La condición del pastizal fue buena en el PNS y regular en el PC. Es recomendable seguir la evaluación de estos sitios para detectar los efectos de los sistemas de pastoreo a largo plazo.

Literatura Citada

- Beukes, P.C., and R.M. Cowling. 2000. Impacts of non-selective grazing on cover, composition, and productivity of Nama-karoo grassy shrubland. *African Journal of Range Forage Science*. 17(1): 27-35.
- Beukes, P.C., and R.M. Cowling. 2003. Non-selective grazing impacts on soil-properties of the Nama Karoo. *Journal of Range Management*. 56: 547-552.
- Briske, D.D., J.D. Derner, J.R. Brown, S.D. Fuhlendorf, and W.R. Teague. 2008. Rotational grazing on rangelands: reconciliation of conception and experimental evidence. *Rangeland Ecology and Management*. 61: 3-17.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Chihuahua. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Derner, J.D. and R. Hart. 2007. Grazing-induced modifications to peak satnding crop in northern mixed-grass prairie. *Rangeland Ecology and Management*. 60: 270-276.
- Dyksterhuis, E.J. 1949. Condition and management of range land based on quantitative ecology. *Journal of Range Management*. 2: 104-115.
- Echavarría, C.F.G., R. Gutiérrez, R. Ledesma, R. Bañuelos, J.I. Aguilera, and A. Serna. 2006. Influence of small ruminant grazing systems in a semiarid range in the state of Zacatecas Mexico. I Native vegetation. *Tecnica Pecuaria en Mexico*. 44:203-217.
- Ferraro, D.O., and M. Oesterheld. 2002. Effect of defoliation on grass growth. A quantitative review. *Oikos*. 98: 125-133.
- Fynn, R.W.S., K.P. Kirkman, and R. Dames. 2017. Optimal grazing management strategies: evaluation and key concepts. *Afr. J. Range Forage Sci*. 34: 87-98.
- Hart, R.H., M.J. Samuel, P.S. Test, and M.A. Smith. 1988. Cattle, vegetation, and economic responses to grazing systems and grazing pressure. *Journal of Range Management*. 41: 282-286.
- Hawkins, H.J. 2017. A global assessment of holistic planned grazing compared with season-long, continuous grazing: meta-analysis findings. *African Journal of Range and Forage Science*. 34: 65-75.
- Holecheck, J., D. Galt, J. Joseph, J. Navarro, G. Kumalo, F. Molinar, and M. Thomas. 2003. Moderate and light grazing effects on Chihuahuan desert rangelands. *Journal of Range Management*. 56: 133-139.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2010. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos-Riva Palacio, Chihuahua.
- Jurado, G.P., A. Melgoza, M. Royo, J.S. Sierra, and R. Carrillo. 2006. Impactos del pastoreo controlado y tradicional en ranchos ganaderos de Chihuahua. *Tech. Bull.* 15. INIFAP-SAGARPA. Chihuahua, Chih.
- SAS Institute. 2011. SAS/STAT User's Guide (v. 9.3). SAS Inst., Cary, NC.

- Taylor, C.A. Jr., M.E. Ralphs, and M.M. Kothmann. 1997. Vegetation response to increasing stocking rate under rotational stocking. *Journal of Range Management*. 50:439-442.
- Teague, R., F. Provenza, U. Kreuter, T. Steffens, and M. Barnes. 2013. Multi-paddock grazing on rangelands: Why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience? *J. Environ. Manage.* 128: 699-717.
- White, M.R., R.D. Pieper, G.B. Donart, and W.L. Trifaro. 1991. Vegetational response to short duration and continuous grazing in southcentral New Mexico. *Journal of Range Management*. 44: 399-403.

COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE FITOMASA ANUAL DEL ESTRATO HERBÁCEO EN DIFERENTES SITOS DE AGOSTADERO DEL NORTE DE DURANGO, MÉXICO.

BEHAVIOR OF THE ANNUAL PHYTOMASS PRODUCTION OF THE HERBACEOUS STRATUM AT DIFFERENT RANGELAND SITES IN NORTHERN DURANGO, MEXICO.

Jimena Moncada¹, Ulises N. Gutierrez¹, Ana I. Maraña¹, Jorge A. Bustamante¹, Jesús R. Soto¹. ¹Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED.

Resumen

Se evaluó la dinámica básica de crecimiento y producción de biomasa del estrato herbáceo en 12 predios de agostadero de pastizal árido y semiárido distribuidos en cuatro Municipios del Estado de Durango: Hidalgo, San Pedro del Gallo Mapimí y Tlahualilo; además de un predio de Torreón, Coahuila. Se establecieron sitios permanentes de muestreo para la recolección de muestras de biomasa, cinco fechas de muestreo se realizaron por predio durante el periodo de abril a diciembre del año 2011. En seis predios de agostadero, el tipo de vegetación se clasificó como pastizal mediano abierto con dominancia de *Bouteloua gracilis*, los otros sitios restantes se clasificaron como matorral desértico micrófilo con presencia de *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua* y *Acacia constricta*. Se encontraron diferencias en la producción de biomasa promedio entre sitios denominados como pastizal mediano abierto, se tuvo el valor más alto en el sitio La Cieneguilla con 35.23 ± 7.35 g/m², por el contrario el sitio Agua Nueva obtuvo el valor más bajo apenas con un promedio de 2.76 ± 1.51 g/m². El valor promedio de general del pastizal fue de 14.02 ± 4.54 . En cuanto a la producción de biomasa promedio en las áreas de matorral, los valores fueron de 1.15 ± 0.36 g/m². Entre la tercera y cuarta medición alrededor de los meses de julio, agosto y septiembre fueron los meses que presentaron los picos de producción de biomasa. La producción de biomasa se vio afectada negativamente por el fenómeno de la sequía que afectó el norte de México, por lo cual se recomienda realizar estudios en el área con condiciones lo más cercano a lo normal.

Palabras clave: pastizal, matorral, biomasa, precipitación.

Abstract

The basic dynamics of growth and biomass production of the herbaceous stratum in 12 properties in arid and semi-arid rangeland in four municipalities in the state of Durango was evaluated: Hidalgo, San Pedro del Gallo, Mapimí and Tlahualilo; and a property that was located in the city of Torreon in Coahuila state. Permanent sampling sites for collecting biomass samples were established, five rounds of sampling were performed in premises during the period from April to December of 2011. In six of pastureland, vegetation type was classified as medium open grassland with dominance of *Bouteloua gracilis*, the other remaining sites were classified as desert scrub microphyll presence of *Larrea tridentata*, and constricta *Flourensia cernua* *Acacia*. Differences in average biomass production among sites known as open grassland medium were found, the highest value on the site La Cieneguilla with 35.23 ± 7.35 g / m² was taken, instead the Agua Nueva site had the lowest value averaging just 2.76 ± 1.51 g / m². The overall average value of pasture was 14.02 ± 4.54 . As to the average production of biomass in the areas of scrub, the values were 1.15 ± 0.36 g / m². Between the third and fourth measurement around the months of July, August and September were the months that showed peak biomass production. Biomass production was negatively affected by the phenomenon of drought in northern Mexico, so it is recommended that studies in the area with conditions as close to normal.

Keywords: grassland, scrub, biomass, precipitation.

Introducción

Los pastizales son uno de los tipos de vegetación más extensos del planeta que cubren aproximadamente el 25% de la superficie terrestre, estos nos otorgan una amplia gama de bienes y servicios con valor en el mercado, así como también servicios ambientales vitales (Díaz et al. 2006).

El monitoreo de los ecosistemas de pastizal es de gran importancia para poder determinar el estado de salud y condición que guardan. Existen diferentes indicadores de la salud de los ecosistemas, como la producción de biomasa y la cobertura vegetal relacionados con la vegetación (Pellant et al., 2005). Desde una perspectiva aplicada, las estimaciones de la producción de biomasa se utilizan para determinar las tasas de disponibilidad de forraje para el ganado y las poblaciones de vida silvestre (Byrne et al., 2011).

Dentro de los factores ambientales más importantes es la disponibilidad de agua, está ampliamente documentado que la producción de biomasa en pastizales áridos depende en primera instancia de la precipitación pluvial, la cual incluso se puede utilizar para predicción de la producción y la toma de decisiones sobre el manejo en estos ecosistemas (Khumalo y Holechek, 2005).

El Coeficiente de agostadero se refiere a la superficie necesaria para mantener una unidad animal durante un año sin deterioro de la vegetación, y está en función de la condición del agostadero. Para el estado de Durango, la COTECOCA-SAGARPA (2009) determinó que dicho coeficiente varió entre 4.50 y 41.44 hectáreas.

Con la intención de generar información valiosa sobre la condición que guardan los ecosistemas de pastizal, el objetivo de este trabajo es evaluar la dinámica básica de crecimiento y producción de biomasa del estrato herbáceo en diferentes sitios de pastizal árido y semiárido en el norte de México.

Materiales y Métodos

Sitios de estudio

El trabajo de investigación se realizó en 12 predios de agostadero distribuidos en cuatro Municipios ubicados en la parte Centro-Norte y Noreste del Estado de Durango: Hidalgo, San Pedro del Gallo Mapimí y Tlahualilo, y un sitio de muestreo se ubicó en el municipio de Torreón en el estado de Coahuila.

Los sitios de estudio se encuentran dentro del Desierto Chihuahuense. Los 6 primeros sitios corresponden a pastizal mediano abierto, con mayor dominancia del zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), en los sitios de matorral desértico micrófilo el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), y zacate tres barbas (*Aristida* spp) tuvieron mayor presencia.

El área de estudio presenta dos gradientes ambientales, altitudinal y de precipitación pluvial. Ambos gradientes van desde los 1124 msnm con 201.5 mm de precipitación en la parte más baja, hasta los 1880 msnm y una precipitación de 457 mm en la parte más alta.

Metodología

Se establecieron 12 sitios permanentes de muestreo (SPM), mediante la técnica de muestreo sistemático. En cada SPM se ubicaron dos transectos de 1,500 m cada una, en forma perpendicular una de la otra, formando un eje de coordenadas sobre los cuales se distribuyeron nueve estaciones de muestreo (EM) de 10,000 m² (1 ha) cada una, espaciadas cada 200 m y en una secuencia de Norte a Sur y de Este a Oeste. Cada EM se dividió en cuatro cuadrantes de 50 por 50 m.

En cada uno de los cuatro cuadrante de las 9 estaciones de muestreo, se determinó la producción de biomasa aérea con ayuda de un cuadrante circular de poliuretano de 1.6 m de diámetro (área de unidad de muestreo = 2.01 m²), el cual fue colocado de manera aleatoria, una vez ubicado éste se procedió a cosechar la biomasa aérea herbácea a un cm por encima

del suelo, posteriormente se secó en estufa a 65°C hasta peso constante, finalmente se expresó en gramos por metro cuadrado (g/m^2). El periodo de estudio comprendió desde el 15 de abril, hasta el 15 de diciembre. Durante este lapso de tiempo de 8 meses se realizaron de forma intensiva 60 fechas de muestro en un área de estudio de dimensiones considerables.

Análisis de la información

Se creó una base de datos en el programa Excel 2010® de Microsoft Office® con los datos obtenidos, posteriormente se calcularon valores promedios por fecha de medición y se respectivos errores estándar, con los cuales se construyó histogramas para determinar la dinámica o curva de crecimiento de la vegetación a través del periodo de estudio.

Resultados y Discusión

Al hacer una comparación entre tipos de vegetación, se encontraron valores promedio de producción de biomasa de 14.02 y 1.14 g/m^2 en los sitios clasificados como pastizal y matorral respectivamente.

En general, la biomasa aumentó con el tiempo dentro de la estación de crecimiento a nivel de predio, los picos más altos o picos de producción en general se presentaron en los meses de julio, agosto y septiembre; coincidiendo con la temporada de lluvias de verano.

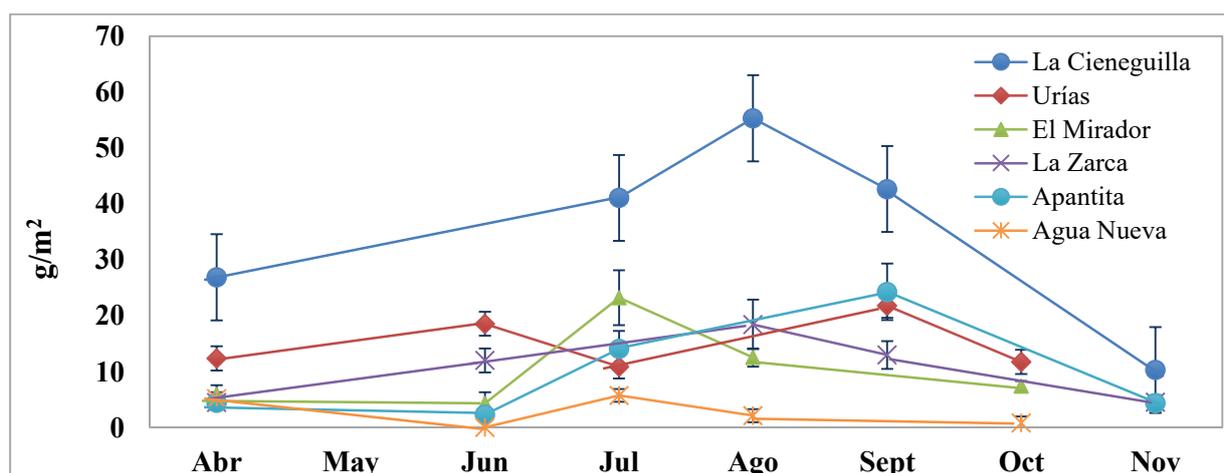


Figura 1. Comportamiento de la producción de biomasa herbácea a través del periodo de estudio en el área del pastizal del año 2011.

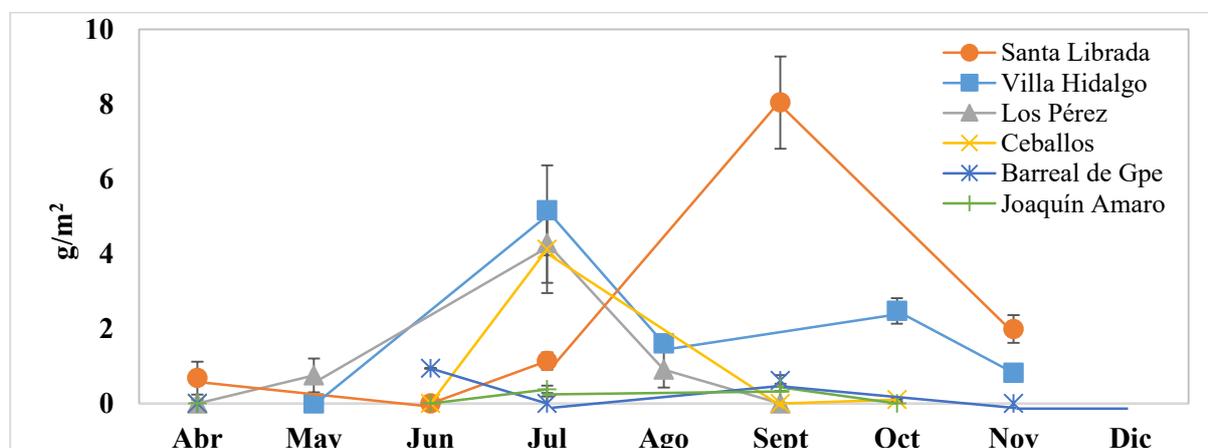


Figura 2. Comportamiento de la producción de biomasa herbácea a través del periodo de estudio en el área de matorral del año 2011.

En los seis sitios que corresponden al área de matorral, se puede observar la gran cantidad de fechas de medición que hubo ausencia de biomasa (Figura 2).

En los sitios de pastizal era esperado encontrar una mayor respuesta de la producción de biomasa que los sitios del área de matorrales; esto debido a que presentan valores de mayor precipitación.

Se encontraron diferencias en la producción de biomasa promedio entre sitios de pastizal, se tuvo el valor más alto en el sitio La Cieneguilla con 35.23 g/m², por el contrario el sitio Agua Nueva obtuvo el valor más bajo apenas con un promedio de 2.76 g/m². La diferencia entre los valor alto y bajo fue de 32.47 g/m². Los sitios con producción semejante fueron El Mirador, La Zarca y Apantita la cual fue alrededor de 10 g/m² (Figura 3).

La precipitación del área de matorral representa el 61 % de la precipitación del área de pastizal, lo cual de alguna manera explica la diferencia en productividad entre ambas áreas.

Como vemos en la figura 3, en cuanto a la producción de biomasa promedio en el área de matorral, los valores no superaron los 2.5 g/m², esto pone en perspectiva la pobreza de los sitios, prácticamente las precipitaciones no fueron lo suficiente para poder estimular el crecimiento de la biomasa de las herbáceas. La cosecha de la biomasa en estos sitios estuvo representada por la gramínea *Eragrostis mexicana*, y las plantas anuales *Gymnosperma glutinosum* y *Viguiera annua*, y la especie perenne *Solanum elaeagnifolium*.

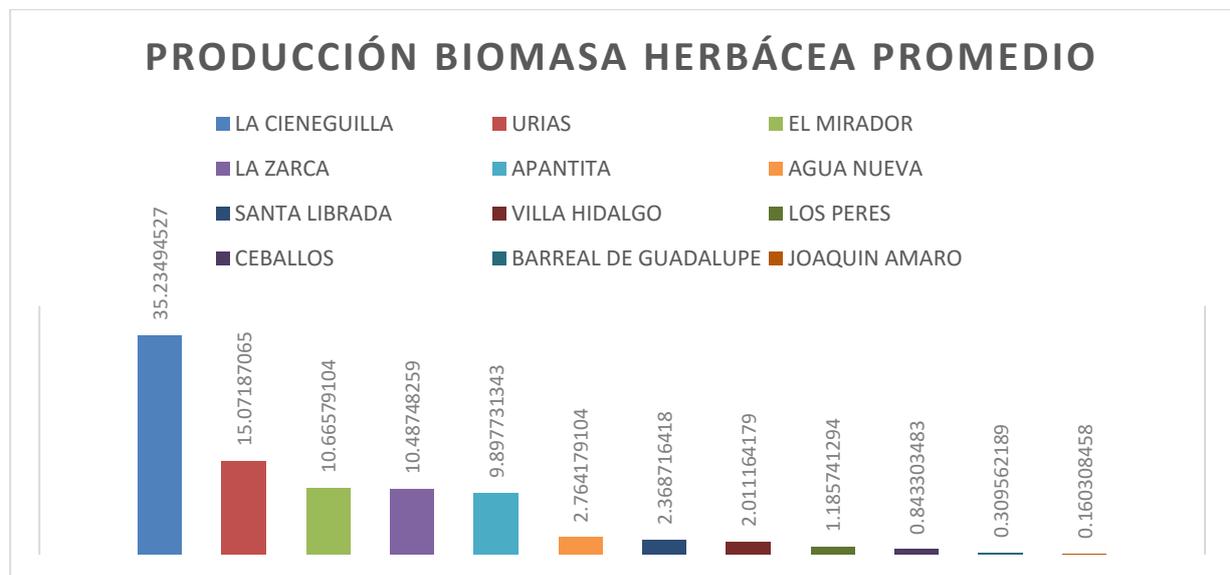


Figura 3. Producción de biomasa herbácea promedio por sitio de muestreo del área depastizal en el año 2011.

Cabe hacer mención que en el año de estudio 2011 se presentó una sequía de tipo extrema y excepcional principalmente en el norte del país (Monitor de Sequía en México, 2011), entre los cuales se encuentran los municipios del área de estudio de los estados de Durango y Coahuila. La CONAZA-SAGARPA (2011), menciona que la temporada de estiaje se presentó en el país desde octubre del 2010 hasta el mes de abril del 2012 en su fase más crítica, al presentarse precipitaciones menores al 50 % de lo que en forma normal se esperaba.

Es de esperarse que en un año con precipitaciones normales o cercanas a la media histórica en las diferentes áreas, se encuentren valores de producción superiores. Díaz *et al.* (2012) en un estudio, evaluaron la producción de biomasa aérea (entre otras variables) de *Melinis repens* en diferentes localidades con alta población de pasto rosado y excluidos de pastoreo de Aguascalientes, México. Encontraron diferencias entre años y entre sitios, se tuvo mayor producción para el año 2008 con 173.6 a 291.3 g/m², con el doble o más en todos los sitios que para 2009, concluyen que lo anterior es consecuencia de la precipitación que fue de 50 a 90 % mayor en 2008 que en 2009.

Conclusiones

En general los meses de julio, agosto y septiembre fueron los meses que presentaron los picos de producción de biomasa, coincidiendo con la estación de verano. Entre los tipos de vegetación estudiados se obtuvo mayor producción en las áreas de pastizal mediano abierto que en las áreas de matorral por el hecho de que presenta mejores condiciones de precipitación. Los datos de producción obtenidos estuvieron influenciado por el fenómeno de la sequía que provocó una estación de crecimiento desfavorable. Se recomienda evaluar los sitios en años con precipitaciones normales para determinar el potencial sin algún sesgo.

Literatura Citada

- Byrne, M. K., Lauenroth W. K., Adler P. B., and Byrne C. M. 2011. Estimating aboveground net primary production in grassland: A comparison of nondestructive methods. *Rangeland Ecology & Management* 64(5):498-505. Doi:<http://dx.doi.org/10.2111/REM-D-10-00145.1>
- CONAZA-SAGARPA, Comisión Nacional de Zonas Áridas- Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2001. Análisis de la problemática de la sequía 2011 – 2012 y sus efectos En la ganadería y la agricultura de temporal. <http://www.conaza.gob.mx/transparencia/Documents/Publicaciones/boletin5.pdf>
- Díaz, R. A., E. Flores A., A. De Luna J., J. J. Luna R., J. T. Frías H., V. Olalde P. 2012. Biomasa aérea, cantidad y calidad de semilla de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, en Aguascalientes, México. *Melinis repens. Rev Mex Cienc Pec* 2012;3(1):33-47.
- Díaz-Solís, H., W.E. Grant, M.M. Kothmann, W.R. Teague, J.A. Díaz-García. 2009. Adaptive management of stocking rates to reduce effects of drought on cow calf production systems in semi-arid rangelands. *Agricultural Systems* 100 (1): 43-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2008.12.007>
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin III, F.S. & Tilman, D. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology*, 4: e277.
- Khumalo, G., Holechek J. 2005. Relationships between chihuahuan desert perennial grass production and precipitation. *Range Ecol Manage* 2005;58(3):239-246.
- Monitor de Sequía en México, 2011. http://smn.conagua.gob.mx/climatologia/sequia/sequiaMx/2011_MunicipiosSequias.xlsx
- Pellant, M., P. Shaver, D. Pyke, y J. Herrich. 2005. Interpreting Indicators of Rangeland Health. USDA-BLM. Technical Reference No. 1734-6. Vol. 4
- SEMARNAT, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2009). El Medio Ambiente en México 2009: en Resumen. Mexico. 51 pp. Disponible en PDF en: http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/documents/sniarn/index_informes.html

REFORESTACIÓN CON PLANTAS DE MEZQUITE EN UN TERRENO AGRICOLA EN EL MUNICIPIO DE CALERA DE V.R., ZACATECAS

REFORESTATION WITH MESQUITE PLANTS IN AN AGRICULTURAL LAND IN CALERA DE V.R., ZACATECAS, MEXICO.

Francisco Antonio Rubio A.^{1*} Investigador Campo Experimental Zacatecas, INIFAP Zacatecas
[*rubio.francisco@inifap.gob.mx](mailto:rubio.francisco@inifap.gob.mx).

Resumen

El estudio se llevó a cabo en el CEZAC-INIFAP, localizado en Calera de V.R., Zac., en un suelo de textura media. El trasplante a campo fue del 21 al 23 de julio del 2008, en fosas hechas con un talacho de 20 a 30 cm de profundidad a una densidad de 800 plantas/ha, haciendo dos riegos de auxilio con un promedio de 5.0 litros de agua/planta. La precipitación de la fecha de trasplante a fin del año 2008 fue de 263.4 mm, el resto del tiempo las plantas no recibieron agua extra salvo la precipitación ocurrida cada año. Las variables fueron: sobrevivencia (%), altura (cm), coberturas norte-sur y este oeste (cm), diámetro basal del tallo (mm) y presencia o no de frutos (vainas), en dos muestreos: 4 de noviembre de 2008 y 10 de junio del 2018. Los resultados obtenidos el primer año de trasplante, en relación a la altura fueron de una media de 24.68 ± 7.6 cm; la cobertura aérea N-S fue de 18.60 ± 6.5 cm, la cobertura aérea E-W fue de 17.59 ± 6.01 cm y el diámetro basal fue de 6.57 ± 1.2 mm. Diez años después, la altura alcanzada por las plantas sobrevivientes fue de 209.37 ± 56.0 cm; la cobertura aérea N-S fue de 239.96 ± 89.1 cm, la cobertura aérea E-W fue de 221.08 ± 76.4 cm, el porcentaje de plantas vivas fue de 68.8% y la cantidad de plantas que lograron emitir frutos fue de 54.4%. Se concluye que mezquites trasplantados en terrenos agrícolas con suelo profundo obtuvieron buena sobrevivencia, altura y cobertura aérea.

Palabras clave. *Prosopis*, reforestación, sobrevivencia, altura, diámetro tallo.

Introducción

El mezquite es una planta que pertenece al género *Prosopis* y las especies y variedades existentes en México de acuerdo a Burkart (1976), son: *laevigata*, *articulata*, *pubescens*, *palmeri*, *tamaulipana*, *glandulosa* var. *glandulosa* y var. *torreyana*, *velutina*, *juliflora* y *reptans* var. *cineracens*. Según Rzedowski (1988), *P. laevigata* se localiza en el centro y sur de México en los estados de Guerrero, Querétaro, Edo. de México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, SLP, Veracruz, Nuevo León, Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco y Zacatecas, mientras que *P. glandulosa* es el mezquite dominante del norte de México, presentando dos variedades bien diferenciadas: variedad *glandulosa* la cual se localiza en los estados de Coahuila, Chihuahua, Sonora, Nuevo León y norte de Tamaulipas, mientras que la variedad *torreyana* crece en Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y Norte de SLP; considerada la especie más agresiva.

El mezquite bajo condiciones favorables de suelo y humedad, puede crecer hasta 8 metros de altura y en condiciones de aridez extrema se desarrolla como arbusto, frecuentemente esta planta se considera como maleza indeseable y se le combate porque se le atribuye una gran competencia con

especies forrajeras. Sin embargo, otros autores como Golubov *et al* (2001) han demostrado la importancia ecológica del género *Prosopis* al revisar que existen 208 géneros y 660 especies de diversos *taxa*, asociados a éste, resaltando la importancia de esta planta para mantener el balance de nitrógeno y carbono en los suelos de las zonas áridas y semiáridas, concluyendo que la conservación de los mezquites debe tomarse en cuenta especialmente en las áreas en las que se pretende erradicarlo para introducir pastizales.

Dentro de los principales usos de esta planta están: leña y carbón, goma, material de vivienda, alimento, forraje, néctar para la apicultura, sombra, herramientas de trabajo, juguetes y medicina (CONAZA, 1994).

En cuanto a su forma de propagación bajo condiciones naturales es conocido que el método más efectivo es por medio de la semilla que ha sido pasada a través del tracto digestivo del ganado quien la dispersa en el terreno (Brown and Archer, 1987; Kneuper *et al*, 2003), sin embargo cuando se quieren inducir plantaciones en áreas de cultivo o sitios que requieren reforestación, es necesario el uso de plantas producidas bajo condiciones controladas ya sea en contenedores plásticos, o directamente en bolsas de macetas, para posteriormente ser trasplantarlas a campo. El **objetivo** del trabajo es dar a conocer los avances logrados con la reforestación de plantas de mezquite a 10 años de plantación en un terreno agrícola en el municipio de Calera de V.R., Zacatecas.

Materiales y Métodos

El trabajo fue llevado a cabo en el Campo Experimental Zacatecas (CEZAC), localizado en Calera de V.R., Zacatecas, Méx., ubicado en los 102° 39' 34" LN y 22° 54' 31.3" LW a 2197 msnm. Temperatura promedio de 14.8 °C; precipitación media de 407.7 mm, evaporación de 2357.5 mm; evapotranspiración potencial de 1609.0 mm. La precipitación de la fecha de trasplante a fin del 2008 fue de 263.4 mm, el resto de los años fue de 330.0, 387.0, 256.0, 239.8, 458.5, 413.1, 730.9, 590.6 y 403.5 mm, para los años 2009 al 2017, respectivamente, y 283.4 mm recibidos de enero a julio de 2018, el resto del tiempo las plantas no recibieron agua extra, salvo una inundación ocurrida sobre el lote de estudio el año 2013, por el rompimiento de un bordo aguas arriba. El suelo tiene textura media, profundo y no salino-no sódico.

El trasplante de mezquites fue del 21 al 23 de julio del año 2008, usando plantas desarrolladas en bolsas de plástico con sustratos locales con una edad de 16 meses. La preparación del terreno consistió hacer fosas con un talacho a una profundidad de entre 20 y 30 cm, sin hacer perturbación del resto del suelo para no dañar la cubierta herbácea ya establecida. La densidad de plantación fue de 800 plantas/ha, en un arreglo topológico de 2.5 m entre plantas y 5.0 m entre hileras, plantando un total de 391 mezquites en una superficie de 5000 m². Después del trasplante se dieron dos riegos de auxilio con un promedio de 5.0 litros de agua/planta. Las variables consideradas fueron: sobrevivencia (%), altura (cm), coberturas norte-sur y este-oeste (cm), diámetro basal del tallo (mm) a 2.0 cm del suelo y presencia o no de frutos (vainas), para lo cual se realizaron dos muestreos, uno el día 4 de noviembre de 2008 y otro el 10 de junio del 2018, los datos obtenidos del primer muestreo fueron sobre n=72 plantas escogidas al azar y el segundo muestreo fue n=57 plantas, no haciendo análisis estadístico de la información.

Resultados y Discusión

El primer año de trasplante, la altura promedio de individuos fue de 24.68 ± 7.6 cm; la cobertura aérea N-S fue de 18.60 ± 6.5 cm, la cobertura aérea E-W fue de 17.59 ± 6.01 cm y el diámetro basal fue de 6.57 ± 1.2 mm. Al comparar la información con datos obtenidos por Rubio y Col. (2009), en una parcela reforestada con plantas de mezquite del mismo origen y la misma fecha en Fresnillo, Zacatecas, pero con un manejo diferente en cuanto a tamaño de fosa y mayor aplicación extra de agua, la altura fue de 32.2 ± 12.25 cm; la cobertura N-S fue de 23.5 ± 8.39 cm; la cobertura E-W fue de 24.5 ± 11.1 cm y el diámetro del tallo fue de 8.13 ± 1.69 mm. En el lote bajo estudio en Calera, Zac., a 10 años de haber hecho la plantación, la altura de plantas sobrevivientes fue de 209.37 ± 56.0 cm; la cobertura aérea N-S fue de 239.96 ± 89.1 cm, la cobertura aérea E-W fue de 221.08 ± 76.4 cm, el porcentaje de plantas vivas fue de 68.8% y la cantidad de plantas que lograron emitir frutos fue de 54.4%. El 31.2% de plantas que no sobrevivieron después de 10 años, se debió a la alta presencia de lagomorfos, pastoreo de ovicaprinos en los primeros años y a presencia de dos quemas. En relación a la presencia de fauna, existe una experiencia con plantas producidas las mismas fechas de la presente investigación y que fueron donadas a un productor del municipio de Río Grande, Zac., el cual informó que sitios muy perturbados de áreas de temporal donde las liebres fueron muy abundantes el daño a las plantas jóvenes fue total, ya que al trasplantar 200 mezquite, la mayoría fueron consumidas a ras de suelo por liebres (Salazar, 2008, comunicación personal). En un estudio sobre plantaciones comerciales en 17 diferentes sitios y municipios en el estado de Durango (Ríos-Saucedo y Col., 2011), encontraron un alto porcentaje de plantaciones con cero sobrevivencia (7 sitios), mientras que el resto (10 sitios) fluctuaron entre 2.7 % y 58.2 %; respecto a la altura promedio de las plantas de mezquite fluctuó entre 7.3 cm y 27.8 cm y el diámetro basal del tallo varió entre 1.5 cm a 5.5 cm, reportando que el factor más importante en la baja sobrevivencia fue la falta de humedad en el suelo, seguido de la falta de cuidado durante el pastoreo de ganado doméstico, predación por liebre, falta de prácticas de captación de agua y plantación en suelos profundos, con afloramiento rocoso.

Conclusiones

Se concluye que mezquites trasplantados en terrenos agrícolas de suelo profundo con una edad de 16 meses y con un diámetro basal promedio mayor a 6.0 mm, después de un periodo de 10 años, el porcentaje de sobrevivencia fue de 68.8%; alturas arriba de 2.0 m, coberturas aéreas mayores de 2.2 m, con más del 54.4% de plantas en etapa reproductiva.

La información generada puede ser útil al momento de transferir la tecnología a grandes superficies que requieren ser transformadas a sistemas silvo-agropecuarios de las zonas secas de México.

Agradecimientos

El presente estudio fue parcialmente financiado con recursos económicos de la Fundación Produce Zacatecas A.C., del proyecto: *Identificación de individuos sobresalientes y métodos de incremento de mezquites para apoyar las actividades apícolas y de reconversión en Zacatecas*. Clave: FPZ/071/2004 y alta en PRECI No. 1246192M.

Literatura Citada

- Brown, J.R. and S. Archer. 1987. Woody plant seed dispersal and gap formation in a North American subtropical savanna woodland: the role of domestic herbivores. *Vegetatio*. 73: 73-80.
- Burkart A. 1976. "A monograph of the Genus *Prosopis*". *Journal Arn. Arb.* 57 (3-4).
- CONAZA-INE. 1994. Mezquite. *Prosopis* spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. 31 p.
- Golubov J., M. C. Mandujano and L.E. Eguiarte. 2001. The paradox of mezquites (*Prosopis* spp.): Invading species or biodiversity enhancers?. *Bol. Soc. Bot. México*. 69:21-28.
- Kneuper, Ch.L., C.B. Scott and W. E. Pinchak. 2003. Consumption and dispersion of mesquite seeds by ruminants. *J. Range Manage.* Vol. 56: 255-259 p.
- Ríos-Saucedo, J.C., M. Rivera-González, L. M. Valenzuela-Núñez, R. Trucios-Caciano y R. Rosales-Serna. 2011. Diagnóstico de las reforestaciones de mezquite y métodos para incrementar su sobrevivencia en Durango, México. *Revista Chapingo serie zonas áridas*. 63-67 p.
- Rubio A.F.A., M. Rodríguez F., A.F. Rumayor R. y J. Mena C. 2009. Reforestación con plantas de mezquite en terrenos de Minera Fresnillo-PLC, Fresnillo. *Memorias del Primer Congreso de cambio climático*. Zacatecas, Zac. México. 1-10 p.
- Salazar S. A. 2008. Comunicación personal. Daños severos de fauna local (liebres) en mezquites trasplantados a orillas de parcelas agrícolas en el municipio de Río Grande, Zac.
- Rzedowsky, J. 1988. Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* en Norteamérica. *Acta botánica Mexicana*. 3:7-19 p. México.

EFFECTO DEL RODILLO AIREADOR Y SIEMBRA EN AGOSTADEROS DEL NORESTE DE MÉXICO

EFFECT OF ROLLER AERATOR AND SEEDING IN RANGELANDS OF NORTHEASTERN MEXICO

*Juan Emmanuel Segura-Carmona, Luis E. Rodríguez Sena, Humberto Ibarra Gil
Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León*

Resumen

El rodillo aireador ha ganado popularidad en la rehabilitación y mejoramiento de agostaderos, reemplazando el uso de cadenas, rastra, y herbicidas. Cuando las especies de interés forrajero han sido desplazadas por plantas indeseables, debido a sobrepastoreo, sequías y erosión, la siembra del agostadero podría ser la única opción para recuperar o establecer especies deseables. Evaluamos la respuesta de agostaderos al rodillo aireador con y sin siembra en predios del noreste de México. Se evaluaron ranchos de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, participantes en el Programa Nacional de Rehabilitación de Agostaderos (PRONARA-CONAZA). En los predios tratados con rodillo se logró disminuir la cobertura de arbustivas en el 66% de los predios, el 33% de los ranchos presentaron un incremento en la cobertura de gramíneas y herbáceas. La cobertura de especies arbustivas se vio disminuida cuando se aplicó el rodillo-siembra en el 86% de los ranchos. Las gramíneas incrementaron su cobertura en el tratamiento de rodillo-siembra en el 100% de los predios. La producción de materia seca fue superior en el área con rodillo solo en el 33% de los predios, mientras que el tratamiento rodillo-siembra presentó mayor producción en el 86% de los predios evaluados. Se encontró que el rodillo no garantiza el aumento de la cobertura y producción de gramíneas, es recomendable realizar una siembra combinada con la aplicación del rodillo para lograr una mejor respuesta.

Palabras clave: Rodillo aireador, Siembra en agostadero, Rehabilitación de agostadero, Lawson roller, Cobertura vegetal, Producción de materia seca.

Introducción

Los agostaderos brindan un gran número de productos y servicios, entre los cuales sobresale principalmente, la diversidad y cantidad de forraje que es aprovechada en los sistemas de pastoreo extensivos (Zziwa *et al.* 2012). Sin embargo, el sobrepastoreo, aunado a la erosión y sequías, han resultado en una fórmula desastrosa para la condición del agostadero (NRC, 1994). De acuerdo a Esqueda *et al.* 2011, más del 43% de los agostaderos sufren sobrepastoreo, y en estos las plantas más consumidas o preferidas por el ganado, tienden a disminuir, y las plantas menos preferidas o indeseables aumentan, hasta el punto de provocar un cambio en la composición florística del agostadero (Medina-Guillen *et al.* 2017).

A partir de los años 90 el rodillo aireador (Lawson roller), también llamado renovador y aireador ganó popularidad en la rehabilitación y mejoramiento de agostaderos, reemplazando el uso de cadenas, rastra, y herbicidas para controlar las arbustivas en el agostadero (Tilley *et al.* 2015). Cuando las especies de interés forrajero han sido desplazadas por plantas indeseables debido a

sobrepastoreo, sequías y erosión, la siembra del agostadero podría ser la única opción recuperar o establecer especies deseables para el pastoreo (Herbel 1983).

En el presente estudio evaluó la respuesta de los agostaderos al paso del rodillo aireador y rodillo aireador combinado con siembra de especies gramíneas en predios del noreste de México. La hipótesis a evaluar fue que el rodillo aireador y rodillo aireador combinado con siembra, reducen la cobertura de especies arbustivas e incrementa la cobertura de especies gramíneas, generando un aumento en la producción forrajera.

Materiales y Métodos

En el estudio se evaluaron ranchos de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, que participaron en el Programa Nacional de Rehabilitación de Agostaderos (PRONARA-CONAZA) mediante la aplicación del rodillo aireador como herramienta de rehabilitación. En el experimento se evaluaron dos tipos de predios, ranchos con aplicación del rodillo aireador (“rodillo”) y ranchos con aplicación del rodillo aireador combinado con siembra de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) (“rodillo-siembra”), ambos tipos de ranchos contaron con un área testigo aledaña a la zona de tratamiento, con la cual se compararon los resultados. Las condiciones para que los predios fueran incluidos en el estudio, fueron que presentaran precipitaciones superiores a los 300mm en el año inmediato de la aplicación, además de excluir el ganado de la zona de estudio.

El muestreo de cobertura vegetal se realizó transcurrido un año utilizando el método de línea de Canfield (Canfield 1941) distribuyendo 5 líneas de 10 m por tratamiento. La cobertura se clasificó en Arbustiva, Gramínea, Herbácea (no gramínea), y Mantillo (hojarasca), el área sin ninguna de las cubiertas anteriores se consideró Suelo desnudo.

La producción de materia seca se obtuvo 1 año después de la aplicación del rodillo, donde en cada tratamiento se distribuyeron al azar 10 unidades muestrales de 0.5 metros cuadrados (1m x 0.5m). Para la estimación de materia seca las plantas gramíneas se cortaron a nivel del suelo, separándose por especie en bolsas de papel y secándose a 60°C hasta llegar a peso constante.

Los datos fueron analizados individualmente para cada rancho, el análisis estadístico que se utilizó un modelo completamente al azar y comparación de medias por el método de Tukey con el paquete estadístico IBM SPSS (versión 22).

Resultados y Discusión

La respuesta que presentaron los predios en cobertura y producción de materia seca, se muestran en el cuadro 1. Los ranchos tratados solo con rodillo se muestran en letras alfabéticas y los predios tratados con rodillo-siembra se muestran con números arábigos.

Se logró disminuir la cobertura de arbustivas en el área con rodillo ($p < 0.05$) en el 66% de los predios, el 33% de los ranchos presentaron un incremento en la cobertura de gramíneas y herbáceas ($p < 0.05$). El mantillo fue mayor en el área tratada ($p < 0.05$) en el 66% de los predios. El suelo desnudo no presentó diferencias significativas.

La cobertura de especies arbustivas se vio disminuida cuando se aplicó el rodillo-siembra ($p < 0.05$) en el 86% de los ranchos. Las gramíneas incrementaron su cobertura en el tratamiento

de rodillo-siembra ($p < 0.05$) en el 100% de los predios en comparación del área testigo o control de cada rancho. La cobertura de especies herbáceas aumentó en el área rodillo-siembra solo en un 14% de los ranchos evaluados y dicho aumento fue de solo un 3% de su cobertura. El área cubierta por mantillo fue mayor en el área tratada ($p < 0.05$) en 57% de los predios con rodillo-siembra. El suelo desnudo mostró diferentes resultados en los predios con rodillo-siembra, en 42% de los predios el área sin cubierta vegetal fue mayor para el área testigo ($p < 0.05$), el 14% de los ranchos se encontró mayor suelo desnudo en el área tratada (cuadro 1).

El rodillo aireador al reducir la cobertura de especies arbustivas y realizar disturbios mecánicos en el suelo, aumenta la entrada de luz y mejora la captación de agua en el suelo, incrementando la cobertura de especies gramíneas y herbáceas (Kunst *et al.* 2012). El mantillo fue mayor en el área tratada (rodillo y rodillo-siembra) en 8 de los 13 ranchos evaluados, esta respuesta podría deberse a la cantidad de residuos vegetales que deja el rodillo a su paso, lo anterior contrasta con un estudio en el sur de Texas, donde Ruthven & Krakauer (2004) no encontraron diferencias en la cobertura de mantillo un año después de la aplicación del rodillo. El suelo desnudo tiende a disminuir después de la aplicación del rodillo (Ruthven & Krakauer 2004), pero en nuestro estudio no se encontraron diferencias cuando se aplicó el rodillo aireador, solo el tratamiento rodillo-siembra logró disminuirlo en 3 de 7 ranchos, solo en el rancho 7 fue menor en el área testigo.

La producción de materia seca fue superior en el área con rodillo ($p < 0.05$), en el 33% de los predios, el resto de los predios fueron similares estadísticamente al área testigo ($p > 0.05$). Mientras que el tratamiento rodillo-siembra mostró mayor producción ($p < 0.05$), en el 86% de los predios evaluados, un 14% no mostró diferencia estadística significativa ($p = 0.069$) (cuadro 1). El rodillo aireador a su paso disminuye la competencia de arbustivas con la vegetación de especies gramíneas de interés forrajero, incrementando así la producción de estas últimas (Bozzo *et al.* 1992). El reemplazo de la vegetación nativa por zacates exóticos o naturalizados, se da comúnmente en agostaderos dominados por arbustivas, buscando aumentar la producción de dichos agostaderos (Bestelmeyer *et al.* 2015). Cuando se dan las condiciones adecuadas en el agostadero, se puede lograr una siembra exitosa generando beneficios tanto en la producción de materia seca como en la preservación de recursos como el suelo (Ethridge *et al.* 1997). Además de mejorar la producción, la aplicación de tratamientos mecánicos puede ayudar a incrementar la accesibilidad del pastoreo a plantas forrajeras en matorrales densos (Kunst *et al.* 2012). La aplicación del rodillo aireador requiere de al menos un año de exclusión del ganado para mejorar la condición del agostadero (Rubio Granados 2009), por lo que la aplicación del mismo debe ser bien planeada, calendarizada y ejecutada

Cuadro 1.- Respuesta a la aplicación de diferentes tratamientos, los predios con aplicación del rodillo se muestran en letras, los predios con rodillo-siembra se muestran en números arábigos. La cobertura vegetal se muestra en porcentaje \pm error estándar y la producción de materia seca en Kg. M.S. ha⁻¹ \pm error estándar.

Rancho	Tratamiento	Arbustivas %	Gramíneas %	Herbáceas %	Mantillo %	Suelo desnudo %	Producción kg. M.S. ha ⁻¹
A	Con Rodillo	46 \pm 8 b	3 \pm 3	13 \pm 4 a	28 \pm 6 a	10 \pm 7	8 \pm 3
	Sin Rodillo	99 \pm 1 a	0	0 b	1 \pm 1 b	0	2 \pm 2
B	Con Rodillo	13 \pm 3 b	52 \pm 17 a	0	18 \pm 10	16 \pm 8	37 \pm 5 a
	Sin Rodillo	87 \pm 8 a	0 b	0	4 \pm 4	9 \pm 5	0 b
C	Con Rodillo	2 \pm 2	46 \pm 6 a	38 \pm 10	0	14 \pm 4	37 \pm 7 a
	Sin Rodillo	9 \pm 6	23 \pm 3 b	59 \pm 7	0	9 \pm 2	9 \pm 2 b
D	Con Rodillo	19 \pm 7 b	2 \pm 2	10 \pm 4 a	33 \pm 5 a	36 \pm 5	34 \pm 20
	Sin Rodillo	65 \pm 7 a	4 \pm 4	0 b	5 \pm 2 b	27 \pm 3	18 \pm 18
E	Con Rodillo	1 \pm 1 b	5 \pm 2	0	27 \pm 8 a	67 \pm 8	99 \pm 89
	Sin Rodillo	19 \pm 7 a	3 \pm 2	0	6 \pm 4 b	72 \pm 12	45 \pm 29
F	Con Rodillo	20 \pm 9	6 \pm 2	0	47 \pm 13 a	26 \pm 17	226 \pm 175
	Sin Rodillo	40 \pm 11	2 \pm 1	0	10 \pm 4 b	49 \pm 13	17 \pm 15
1	Con Rodillo	20 \pm 7 b	48 \pm 14 a	4 \pm 1	13 \pm 2	15 \pm 10	112 \pm 29 a
	Sin Rodillo	64 \pm 6 a	6 \pm 2 b	3 \pm 2	10 \pm 3	16 \pm 4	28 \pm 2 b
2	Con Rodillo	3 \pm 3	75 \pm 10 a	3 \pm 2	12 \pm 4 a	6 \pm 2 b	2938 \pm 524 a
	Sin Rodillo	26 \pm 14	40 \pm 10 b	3 \pm 1	2 \pm 1 b	29 \pm 6 a	1222 \pm 189 b
3	Con Rodillo	9 \pm 2 b	53 \pm 8 a	1 \pm 1	21 \pm 6 a	15 \pm 4 b	1009 \pm 223
	Sin Rodillo	54 \pm 4 a	0 % b	0	5 \pm 2 b	41 \pm 4 a	343 \pm 225
4	Con Rodillo	17 \pm 4 b	60 \pm 8 a	9 \pm 5	11 \pm 2 a	3 \pm 1 b	95 \pm 29 a
	Sin Rodillo	84 \pm 4 a	3 \pm 1 b	0	1 \pm 1 b	12 \pm 3 a	17 \pm 4 b
5	Con Rodillo	35 \pm 12 b	29 \pm 4 a	4 \pm 2	12 \pm 7	20 \pm 7	74 \pm 21 a
	Sin Rodillo	74 \pm 10 a	6 \pm 1 b	0	2 \pm 1	18 \pm 9	19 \pm 8 b
6	Con Rodillo	20 \pm 6 b	25 \pm 6 a	3 \pm 1 a	49 \pm 3 a	4 \pm 2	248 \pm 57 a
	Sin Rodillo	93 \pm 2 a	1 \pm 1 b	0 b	6 \pm 2 b	1 \pm 1	43 \pm 24 b
7	Con Rodillo	1 \pm 0 b	27 \pm 3 a	0	2 \pm 1	70 \pm 3 a	387 \pm 36 a
	Sin Rodillo	34 \pm 7 a	3 \pm 1 b	0	6 \pm 3	58 \pm 4 b	45 \pm 23 b

Diferentes letras entre tratamientos en el mismo predio indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Conclusiones

Se encontró que el rodillo aireador en condiciones de precipitación mayores a 300mm anuales y exclusión del ganado, no garantiza por sí solo el aumento de la cobertura y producción forrajera en agostaderos del noreste de México. Es recomendable realizar una siembra combinada con la aplicación del rodillo para lograr una mejor respuesta. La combinación del rodillo con la siembra aumentó la cobertura de gramíneas en el 100% de los predios y aumento la producción forrajera en el 86% de mismos, contra un 33% cuando se aplica solo el rodillo.

Agradecimientos

Agradecemos a la Comisión Nacional de Zonas Áridas por el apoyo económico para realizar este estudio.

Literatura Citada

- Bestelmeyer, B. T., Okin, G. S., Duniway, M. C., Archer, S. R., Sayre, N. F., Williamson, J. C., & Herrick, J. E. (2015). Desertification, land use, and the transformation of global drylands. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(1), 28-36.
- Bozzo, J. A., Beasom, S. L., & Fulbright, T. E. (1992). Vegetation responses to 2 brush management practices in south Texas. *Journal of Range Management*, 170-175.
- Canfield, R. H. (1941). Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of forestry*, 39(4), 388-394.
- Esqueda, C., Sosa, E., Chávez, A., Villanueva, F., Jesús, M., Royo, M., Beltrán, S. (2011). *Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo, Manual de capacitación*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Cuajimalpa
- Ethridge, D. E., Sherwood, R. D., Sosebee, R. E., & Herbel, C. H. (1997). Economic feasibility of rangeland seeding in the arid south-west. *Journal of Range Management*, 185-190.
- Herbel, C. H. (1983). Principles of intensive range improvements. *Journal of range management*, 140-144.
- Kunst, C., Ledesma, R., Bravo, S., Albanesi, A., Anriquez, A., Van Meer, H., & Godoy, J. (2012). Disrupting woody steady states in the Chaco region (Argentina): responses to combined disturbance treatments. *Ecological Engineering*, 42, 42-53.
- Medina-Guillén, R., Cantú-Silva, I., Estrada-Castillón, E., González-Rodríguez, H., & Delgadillo-Villalobos, J. A. (2017). Estructura y diversidad del matorral desértico rosetófilo rehabilitado con rodillo aireador, Coahuila, México. *Polibotánica* (44), 95-107.
- NRC, National Research Council (1994). *Rangeland health: new methods to classify, inventory, and monitor rangelands*: National Academies Press.
- Rubio Granados E. 2009. Rodillo Aereador. Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. *Subsecretaría de desarrollo rural dirección general de apoyos para el desarrollo rural*.
- Ruthven III, D. C., & Krakauer, K. L. (2004). Vegetation response of a mesquite-mixed brush community to aeration. *Journal of range management*, 57(1), 34-40.
- Tilley D., B. Brazee, S. Engle & R. Norrie (2015). Review of the Lawson Aerator for Brush Management. Technical note. Plant Materials. Technical Note No. 64. July 2015, *USDA - Natural Resources Conservation Service*.
- Zziwa, E., Kironchi, G., Gachene, C., Mugerwa, S., & Mpairwe, D. (2012). Production systems, land cover change and soil factors affecting pasture production in semi-arid Nakasongola. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 2(7), 6-17.

RELACION BENEFICIO/COSTO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN CAPRINO EN PASTOREO EXTENSIVO EN MAPIMI, DURANGO

RELATIONSHIP BENEFIT / COST OF A SYSTEM OF CAPRINE PRODUCTION IN EXTENSIVE GRAZING IN MAPIMI, DURANGO

Gonzalo Hernández Ibarra¹, Miguel A. Mata Espinosa¹

¹Profesor investigador de Tiempo Completo de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo; Km 40 de la Carretera Gómez Palacio, Durango-Cd. Jiménez Chihuahua, C.P. 35230. Teléfonos: 872 77 60160 y 60190, Bermejillo, Mapimi, Durango. Autor para correspondencia: chalonza2011@gmail.com.

Resumen

El estudio se realizó de julio de 2016 a julio de 2017; en el Ejido La Victoria municipio de Mapimi, Durango; se localiza en la región denominada Comarca Lagunera al noreste del estado; se planteó como objetivo describir la relación beneficio/costo de una unidad de producción caprina. Se solicitó al señor Juan Córdoba Espino su consentimiento de la realización del presente estudio, así como cuestionarle sobre las diferentes actividades de manejo que lleva a cabo, insumos usados y datos de producción de la unidad de su propiedad; como resultados está cuenta con cuatro corrales de manejo y pernocta del hato caprino, en el cual predomina la cruce de las razas Alpino francés con Saanen y Nubia. Se considera un sistema semi-intensivo acorde a las características del hato y de manejo general en el cual las pariciones se presentaron en la última semana de noviembre en el 80% de los vientres el 20 % restante se presentó en la primera semana de marzo. Los ingresos totales fueron \$86918 y los egresos o gastos totales fueron 79850. La relación costo/beneficio de la unidad de producción fue de 1.0885 considerada como positiva, además existe capitalización de la unidad de producción mediante apoyos gubernamentales en rubros de infraestructura y efectivo por vientre registrado ante SINIIGA.

Palabras Clave: Costos, positiva, insumos, caprinos, Mapimi.

Introducción

La caprinocultura en México ha venido sufriendo cambios sustanciales denotados por región y por estados del país. Un sistema es el semi-intensivo combinando al sistema intensivo y extensivo, los animales pastorean y se estabulan complementando la alimentación con un suplemento. Cabe destacar que este último sistema de producción arroja mejores rendimientos productivos que los sistemas extensivo y intensivo (Arechiga et al., 2008). En México existen 494,000 unidades de producción caprina y aproximadamente 1.5 millones de mexicanos tienen como actividad productiva primaria o complementaria a la caprinocultura. El 64% de las cabras se concentran en los sistemas de producción característicos de las zonas áridas y semiáridas y el 36% restante en la región templada del país. Los estados con mayor población caprina son: Puebla con el 15.4% de la población total nacional, Oaxaca con el 12%, San Luis Potosí con el 10.5%, Guerrero con el 7.9% y Zacatecas con el 6.1%. Dentro de los estados más productores de leche sobresalen: Coahuila con el 37.2% del total nacional, Durango 21%, Guanajuato 16.8%, Nuevo León 9.9%, Jalisco 3.7% y Zacatecas 3.2%. Anualmente se sacrifican 398,769 cabras en rastros municipales” (Arechiga, et al., 2008). La caprinocultura en México: es una actividad en crecimiento, ya que en el país existen alrededor

de 10 millones de cabras, lo que se hace considerarlo el rebaño más grande del continente (SAGARPA, 2011). Se planteó como objetivo el describir la relación costo beneficio de una unidad de producción caprina.

Materiales y Métodos

Localización. El municipio de Mapimí se localiza al extremo norte del estado de Durango, a los 26°14'6" latitud norte y 104°29'14" longitud oeste, a una altura de 1,300 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte, con el estado de Chihuahua; al oriente, con el municipio de Tlahualilo; por el sur, con los municipios de Gómez Palacio, Nazas, Lerdo y San Pedro del Gallo y hacia el poniente, con el municipio de Hidalgo (INAFED, 2010).

Clima. En la mayor parte del municipio predomina un clima semicálido y semiseco, influyendo en gran forma para ello el Bolsón de Mapimí, la gran parte desértica que predomina en el municipio, con una temperatura máxima de 41°C y una mínima de 9°C. Los vientos dominantes en esta región son densos y calientes. La temperatura media es de 18°C. La precipitación pluvial es de 263.1 milímetros. El régimen de lluvias comprende los meses de julio a septiembre, con heladas en el mes de enero (INAFED, 2010).

Flora. La vegetación de este municipio se compone de pastizal mediano abierto y halófito abierto, matorral inerme parvifolio, bajo subespinoso y bosque caducifolio espinoso (INAFED, 2010).

Metodología: 1) Se comunicó con el señor Juan Córdoba Espino para solicitar su consentimiento de la realización del presente estudio, así como cuestionarle sobre las diferentes actividades de manejo que lleva a cabo, insumos usados y datos de producción de la unidad de su propiedad ubicada en el Ejido La Victoria del municipio de Mapimí en el estado de Durango; 2) Se consultó información de SINIIGA través de la oficina local del CADER-SAGARPA en Bermejillo, Mapimí, Durango; 3) Se consultó a la Agencia de Desarrollo BIOS Consultores A.C. para recabar información sobre apoyos que se recibieron en la Comunidad La Victoria específicamente el Caprinocultor y el sistema de producción en estudio; 4) Se usó y analizó a los datos de producción láctea semanal para la unidad de estudio; 5) Posteriormente se trabajó con los datos para la realización de tabulados y gráficos en el software Microsoft Excel ® versión 2013.

Resultados y Discusión

Normalmente en la Comarca Lagunera las unidades de producción caprina se caracterizan por contar con corrales de pernocta del rebaño con división de uno o dos corrales dentro del corral principal. La unidad de producción en estudio no es la excepción pues pastorea el rebaño cada día en dos horarios por la mañana de 9 a.m. a 14 p.m. y de 16 p.m. a 19 p.m. con una ordeña diaria por la mañana de forma manual, además cuenta con cuatro corrales de manejo y pernocta del hato caprino, en el cual predomina la cruce de las razas Alpino francés con Saanen y Nubia. La producción láctea se vende diariamente a la Empresa Chilchota S. A. de C.V. Se paga cada sábado por medio de un cheque a nombre de cada productor. Se considera un sistema semi-intensivo acorde a las características del hato y de manejo general descrito en el presente documento.

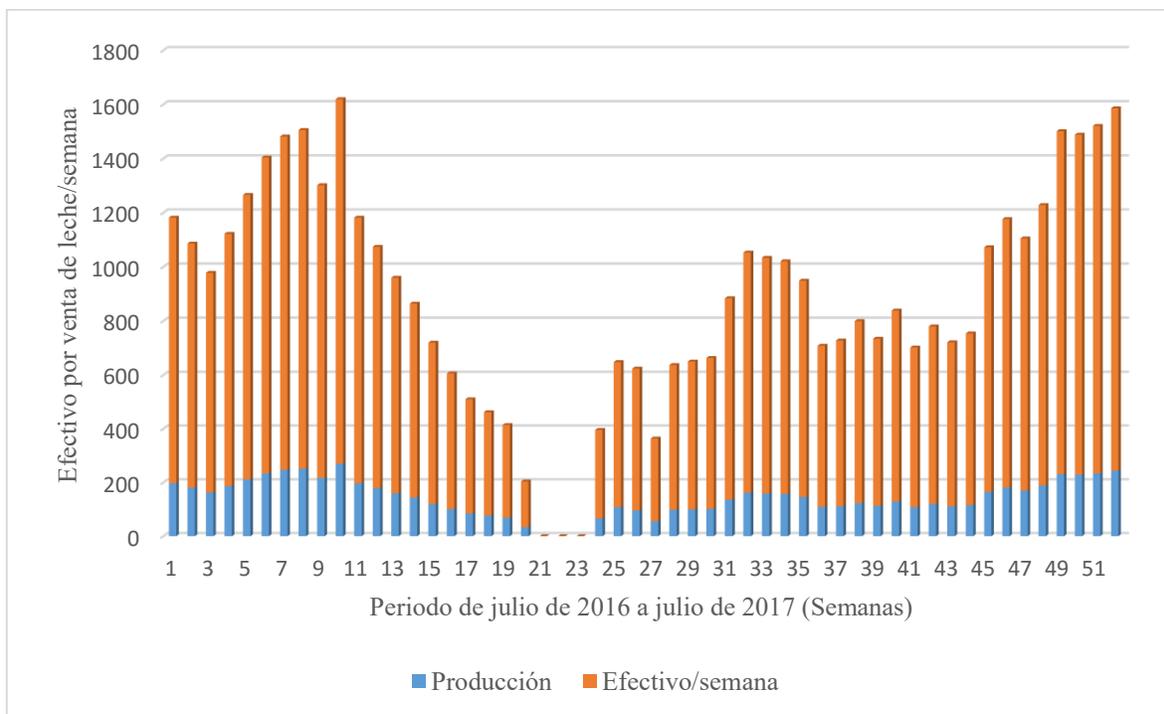


Figura 1. Valor de la producción láctea y valor por semana durante un año. Datos proporcionados por el Propietario del hato caprino mediante las hojas de producción semanal que entrega la Empresa Chilchota S.A. De C.V.

Como se observa en la Figura 1, las pariciones se presentaron en la última semana de noviembre en el 80% de los vientres el 20 % restante se presentó en la primera semana de marzo causa de la no entrega de leche durante tres semanas y descenso de la cantidad de leche entregada por calostreo y amamantamiento por preparación de cabrito para venta al mes de edad y preparación de hembras para destete.

Consideraciones financieras: a) Gastos ejercidos por periodo de estudio (julio de 2016 a julio de 2017). El gasto o inversión consistió en \$16,100 distribuido en los rubros siguientes: Alimento (\$8,000), fármacos (\$4,500), accesorios (\$1,350), sal mineral (\$550), agua para el rebaño y caballo del pastor (\$2,100) en comunicación personal con el Sr. Juan Córdoba Espino agosto de 2018. De tal forma que si agregamos el pago de 150 pesos (pago promedio en la Comarca Lagunera por un día de trabajo en el campo) por cada día durante un año tendremos $365 \times \$150 = \$54,750$, más \$9000 de compra de remplazos; sumados a los \$16,100 entonces serían \$79,850, b) Entradas de efectivo por periodo de estudio (julio de 2016 a julio de 2017). Los ingresos se describen a continuación en la Figura 2. Hay que resaltar que para el presente estudio no se consideró a la mortalidad de individuos en ningún estadio ni tampoco el valor del total de los individuos vivos presentes en la unidad de producción.

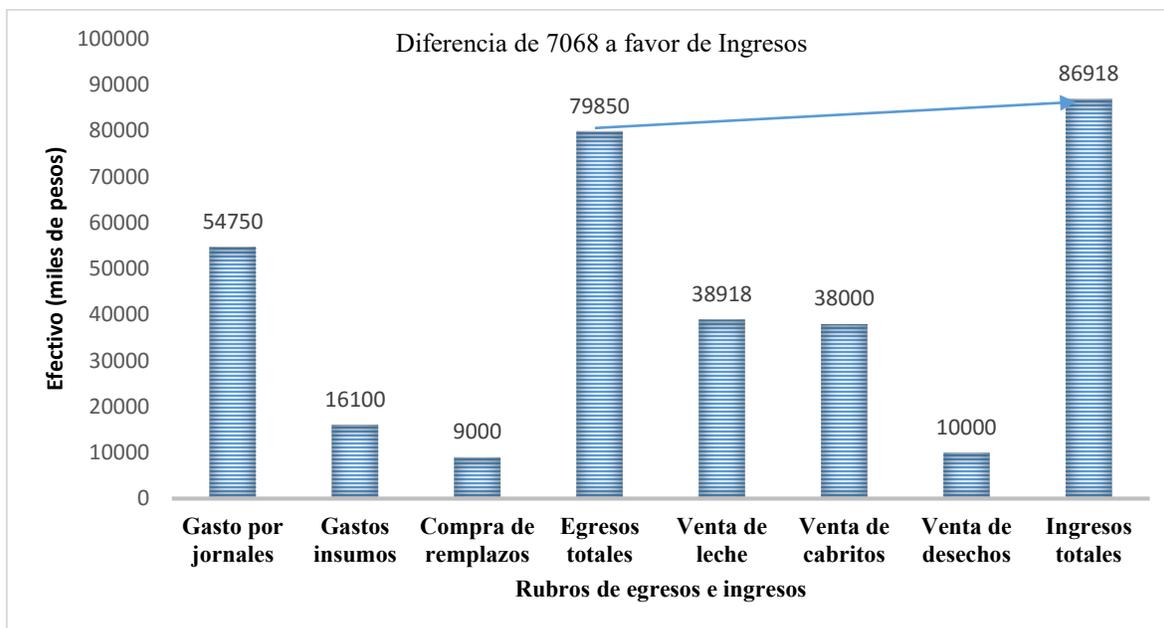


Figura 2. Egresos e ingresos totales y distintos rubros que los conforman.

Al considerar relación Beneficio/Costo, sería de la forma siguiente:

$R=B/C$ otorgando valores queda así: $R=86918/79850$ resultando en 1.0885 (Figura 2). La Universidad Piloto de Colombia en 2012 publicó que cuando resulta la relación $B/C > 1$: los beneficios son superiores a los sacrificios. El proyecto es viable porque genera aportes económicos y sociales a la comunidad independientemente de que el VPN sea negativo o igual a cero porque el impacto de la inversión es social y no toma en cuenta la rentabilidad. El efectivo obtenido considerando Ingresos totales restando gastos por insumos y compra de reemplazos el pago por un día laborado o por jornal sería de 169.36 pesos. Valencia en 2014 menciona que, en comparación con otras especies, las cabras tienen mayor rentabilidad, ya que su proceso de reproducción es más corto. Además, es un animal que tiene varios propósitos, desde la producción de leche para quesos o dulces, hasta su carne, piel, pie de cría e incluso el estiércol.

Apoyos gubernamentales: En este rubro se consideró a los apoyos que se tienen o reciben por parte de alguna instancia de gobierno resultando en dos apoyos el primero consiste en \$63 por cabra vientre registrado ante CADER-SAGARPA, ascendiendo a \$6300 equivalente a 100 vientres ante SINNIGA en 2017; el otro apoyo recibido consistió en un corral de manejo de postería de tubo metálico con malla ciclónica y techumbre de PTR con lámina que incluyó bebedero de plástico y tubería más tinaco de 2500 L de capacidad y base de block; cuantificado en \$45000 de apoyo (BIOS-Consultores 2017). Si se considerara la suma de efectivo del saldo a favor de ingresos más el efectivo recibido de PROGAN, entonces la relación beneficio costo se incrementaría aún más a razón de 1.17 incrementando la rentabilidad.

Conclusiones

La relación beneficio/costo de la unidad de producción fue de 1.0885 considerada como positiva.

Existe capitalización de la unidad de producción mediante apoyos gubernamentales en rubros de infraestructura y efectivo por vientre registrado ante SINIIGA.

El sueldo promediado es de sería de \$169.36 pago por un día laborado o por jornal obtenido al considerar ingresos y costos totales; sin considerar apoyos gubernamentales en efectivo.

Literatura citada

- Aréchiga, C.F., Aguilera, J.I., Rincón, R.M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V.R., Meza-Herrera, C.A. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [en línea]. Consultado el 24 de agosto de 2018 de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911227001>.
- BIOS-Consultores. 2017. Agencia de Asesoría y Capacitación Promotora de Apoyos PESA (Programa Estratégico de Soberanía Alimentaria). FAO-SAGARPA-SAGDR. En la región del semidesierto del estado de Durango.
- Excel. 2013. Software Microsoft Excel ® versión 2013.
- INAFED. 2010. "Mapimi, Durango". Instituto Nacional para el Federalismo. Consultado el 29 de agosto de 2018 de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM10durango/municipios/10013a.html>.
- SAGARPA. 2011. México cuenta con el rebaño caprino más importante de América. Consultado el 30 de octubre de 2017 de: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/Paginas/2012B592.aspx>.
- Universidad Piloto de Colombia. 2012. Contabilidad y Finanzas. Consultado el 15 de agosto de 2018 de: <http://www.contabilidadyfinanzas.com/relacion-beneficio-costo-bc.html>.
- SINIIGA. 2017. Apoyo a ganaderos en el Programa de Apoyo a los Ganaderos PROGAN Productivo para el caso de los caprinocultores con 30 a 210 individuos. CADER-SAGARPA.
- Valencia H. A. 2014. Debate. Sinaloa con potencial ganadero caprino. Consultado el 12 de agosto de 2018 de: <https://www.debate.com.mx/economia/Sinaloa-con-potencial-caprino-----20140714-0137.html>.

AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PASTOREO INTENSIVO ROTACIONAL DE OVINOS CON TECNOLOGÍA DE MICROCONTROLADOR

AUTOMATION OF A ROTATIONAL SHEEP INTENSIVE GRAZING SYSTEM WITH MICROCONTROLLER TECHNOLOGY

Manuel Bautista¹, Pedro Franco¹, Jacobo Antonio¹, Eliceo Hernández¹, Blas Hernández¹, David Hernández¹, Juan de Dios Viniestra¹, Egleide Gómez¹

¹Tecnológico Nacional de México Plantel Huejutla (México)

Abstract

The present work was carried out in the Technological Institute of Huejutla located in Huejutla de Reyes, Hidalgo, Mexico, with the purpose of designing a prototype of a Rotational Intensive Grazing System with Microcontroller Technology, it was used, an Atmega 2560 Microcontroller, Two Continuously Rotating Servomotors with a weight capacity of 5.5 kg, a modified gear system that was assembled in Servomotors, a Digital Timer Module (RTC), a Cable for 22-gauge electronic circuits and a Google SketchUp Design Software Version 16. Each Servomotor and the Digital Timer Module (RTC) were connected to their respective pins for their energization and in the same way connect to digital pins for their respective programming, which was precise and clear, Realizing the conditions that at a certain time, detected by the Module Digital Timer (RTC), one servomotor moves the fence forward while the other performs a thrust of the Both are moving against the hands of the clock, when doing the tour both Servomotors stop, it is waiting for the next instruction. At the end an evaluation of the functional prototype was obtained, an estimation of the efficiency and control of the system was obtained, which will allow in the future an adequate management of the meadow and the sheep, which will be reflected in the increase of production of fodder per hectare and increase in the productivity of the sheep production system and production costs are reduced by minimizing the labor used.

Resumen

El presente trabajo se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Huejutla ubicado en Huejutla de Reyes, Hidalgo, México, con la finalidad de diseñar un prototipo de un Sistema de Pastoreo Intensivo Rotacional con Tecnología de Microcontrolador, se usó, un Microcontrolador AtMega 2560, Dos Servomotores de Rotación Continua con capacidad de peso de 5.5 kg, un sistema de engranaje modificado que fue ensamblado en los Servomotores, Un Módulo Temporizador Digital (RTC), Cable para circuitos electrónicos calibre 22 y un Software de Diseño Google SketchUp Versión 16. Cada Servomotor y el Módulo Temporizador Digital (RTC) fueron conectados a sus respectivos pines para su energización y de igual forma conectarse a pines digitales para su respectiva programación, la cual fue precisa y clara, Realizando las condiciones que a determinada hora, detectada por el Modulo Temporizador Digital (RTC), un servomotor mueve el cerco hacia adelante mientras el otro realiza un empuje del mismo, ambos se mueven en contra de las manecillas del reloj, al realizar el recorrido ambos Servomotores se detienen, es espera de la siguiente instrucción. Al término se obtuvo una evaluación del prototipo funcional, se logró una estimación de la eficiencia y control del sistema, lo que permitirá en el futuro un manejo adecuado de la pradera y de los borregos, lo cual se verá reflejado en el aumento de producción de forraje

por hectárea e incremento en la productividad del sistema productivo ovino y se reducen los costos de producción al minimizar la mano de obra utilizada.

Palabras Clave: Microcontrolador, Cerco Eléctrico, Automatización.

Introducción

La automatización, a través de los años, ha dado lugar a diversos avances significativos, los cuales han permitido a las compañías implementar procesos de producción más eficientes, seguros, competitivos y ha propiciado un gran aumento en la producción. Su objetivo es generar la mayor cantidad de producto en el menor tiempo posible, con la finalidad de reducir los costos y garantizar una uniformidad en la calidad del producto, así como un rápido retorno de inversión. Estos avances han sido posible gracias al desarrollo de distintas tecnologías que han dado un impulso notable, entre alguna de ellas la de Microcontrolador. Ante la gran demanda que se encuentra hoy en día existe mucha más facilidad de elaborar cada acción de la vida cotidiana, sea cual sea la situación.

El término automatización engloba muchos campos en la actualidad, los principales de ellos son el perfil de programación, electrónica y física. Un Microcontrolador es y será fundamental para los grandes adelantos tecnológicos, en casi todos los campos del saber, es todo un "sistema mínimo" dentro de un solo dispositivo, lo cual ofrece un enorme panorama hacia el mundo de la compatibilidad. En estos circuitos, el usuario (cliente) puede programar, en un sólo "chip", para implementar y desarrollar múltiples aplicaciones y funciones con menos componentes que la circuitería tradicional de compuertas, optimizando el espacio físico de los mismos, más económicos, uno de los dispositivos electrónicos programables más sofisticados.

Los Microcontroladores son integrados capaces de ser programados desde cualquier computadora personal, y seguir una secuencia. Por lo tanto, es importante conocer diferentes alternativas de compilación, emulación, simulación y programación de los mismos, de forma tal de poder contrastarlas y emplear la que más se adapte a nuestras necesidades.

El ATmega2560 es un microcontrolador de bajo consumo de 8 bits basado en el AVR mejorado. Ejecutando poderosas instrucciones en un solo ciclo de reloj, el ATmega2560 logra promedios de rendimiento muy altos permitiendo que el sistema diseñador para optimizar el consumo de energía en comparación con la velocidad de procesamiento. El Atmel® AVR® Core combina un rico conjunto de instrucciones con 32 registros de trabajo de propósito general. Todos los 32 registros se conectan directamente a la unidad de lógica aritmética (ALU), lo que permite acceder a dos registros independientes en una sola instrucción ejecutada en un ciclo de reloj. La arquitectura resultante es más eficiente en el código mientras se logra un rendimiento hasta diez veces más rápido que los microcontroladores CISC convencionales.

Con esta tecnología se pretende diseñar un prototipo que permita desplazar de manera automática el cerco eléctrico utilizado en el pastoreo intensivo rotacional; para posteriormente realizar en campo un módulo demostrativo que nos facilitará el manejo de la pradera, minimizar la mano de obra, alargar la vida útil de la pradera y acortar el ciclo de engorda de 10 a 6 meses.

Materiales y Métodos

Se usó un Microcontrolador AtMega 2560 de la familia Atmel que cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, una conexión USB, un conector de alimentación y un botón de reinicio; Dos Servomotores de Rotación Continua con capacidad de peso de 5.5 kg, con alimentación permitida de 3.3V a 5V y

una variedad de engranes para el mismo, realizando una modificación en uno de ellos, fabricando uno de doble vista; Un Módulo Temporizador Digital (RTC), con modalidad de alimentación externa y una batería propia; Cable para circuitos electrónicos calibre 22; Protoboar de 830 puntos. Se inició con la colocación de los Servomotores de Rotación Continua a cada lado del cerco con su respectivo engrane modificado, ya que en él se colocó el hilo que realizó el enrollado para la movilización del cerco eléctrico, los cables de alimentación y datos de los mismos, debido a que son muy cortos, se soldó con el cable calibre 22, para así poder conectarse al Microcontrolador. Cada uno de los Servomotores se conectaron a los respectivos pines para su energización (VCC y GND) y de igual forma conectarse a pines digitales para su respectiva programación (PINES DIGITALES 2 Y 3); Posteriormente se instaló el Módulo Temporizador Digital (RTC) para poder llevar el control de tiempo para accionar los Servomotores y poder así realizar la movilización del cerco eléctrico. El Módulo Temporizador Digital (RTC) se conectó a su respectiva energización (VCC y GND) y a los pines SDA y SCL para realizar el mapeo de datos. Terminando el proceso de conexiones, se procedió a la programación del Microcontrolador, precisa y clara, cuando el Módulo Temporizador Digital (RTC) se detectó que el temporizador llegó al término del tiempo programado para que los dos servomotores se accionaran, un servomotor movió el cerco hacia adelante mientras el otro era de empuje, ambos moviéndose en contra de las manecillas del reloj, donde el cerco se movió para la siguiente sección y nuevamente los dos servomotores se detuvieron al término del movimiento del cerco y el temporizador se reinició y empieza el ciclo del tiempo programado.

Resultados y Discusión

Al término del proyecto se obtuvo el diseño de un sistema rotacional intensivo automatizado en el programa Google SketchUp Versión 16 y un prototipo terminado y equipado con dos Servomotores, un Microcontrolador AtMega 2560 y un Módulo Temporizador Digital (RTC) producto de las pruebas que permitieron observar el funcionamiento de la programación previamente cargada al microcontrolador. Se obtuvo de la simulación del pastoreo durante todo un día, con un tiempo programado para realizar el cambio de sección, al término del tiempo programado se activaron los dos servomotores en sentido contrario de las manecillas del reloj, un servomotor logró empujar al cerco eléctrico, conjuntamente el segundo servomotor realizó el trabajo más eficiente al poder mover el cerco a la siguiente sección para simular el segundo día de pastoreo. Nuevamente el proceso se inició con el tiempo de pastoreo, hasta el término para realizar el movimiento del cerco.

En la evaluación del prototipo funcional se logró una estimación de la eficiencia y control del sistema, lo que permitirá en el futuro un manejo adecuado de los borregos que se verá reflejado en el aumento de producción de forraje por hectárea e incremento en la productividad del sistema productivo ovino.

Conclusiones

La automatización de los sistemas de producción es una herramienta que ayuda a mejorar los parámetros productivos y la rentabilidad de las unidades de producción. La tecnología de microcontrolador utilizada en la fabricación del prototipo mostró ser eficiente y puede ser una alternativa viable para realizar la puesta en marcha en campo a través de un módulo demostrativo. Dado el bajo costo de esta tecnología puede ser accesible para pequeños y medianos productores, los cuales constituyen la mayoría de los productores a nivel nacional.

Literatura Citada

- Allan, C.J; and Holst, P.J. (1996).The ecological role of the goat in maintaning pasture and range. VI International Conference on Goats. Internacional Academic Publishers. Volume 1, Beijing, China:427-435.
- Avendaño, J; Borel, R. y Cubillos, G. (1998). Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y utilización de una pradera naturalizada. Turrialba, Costa Rica. 36(2):137-148.
- Arduino (2018). Arduino mega 2560 & genuino mega 2560: arduino & genuino products. Ivrea, Italia. Recuperado de <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>.

ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA EN SEIS POTREROS DE LA COMUNIDAD INDIGENA “PARAISO DE LOS SANTOS” EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA MICHILIA DURANGO

ESTIMATION OF LOAD CAPACITY IN SIX POTREROS OF THE INDIGENOUS COMMUNITY PARAISO DE LOS SANTOS” IN THE RESERVE OF THE BIOSPHERE LA MICHILIA DURANGO

Candelario Cárdenas^{1}, Gonzalo Hernández², Luis G. Yáñez³, Fernando Quiroz Sanchez⁴, Pedro Roldan Morales⁵, José de Jesús Villa Avalos⁶, Jesús Manuel Lozano Mendoza⁷*

*¹Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas; *altararabe@gmail.com, ²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo; Bermejillo, Mapimí, Durango., ³Estudiante de Doctorado en Recursos Naturales de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo; Bermejillo, Mapimí, Durango., ⁴Reserva ecológica Sierra y cañon de Jimulco, ⁵ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, ⁶ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, ⁷ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.*

Resumen

El estudio se realizó al sureste de Durango en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera “La Michilia” y el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043, durante el mes de octubre del 2014; con el objetivo de estimar la materia seca disponible y capacidad de carga en seis potreros de la Comunidad Indígena “Paraíso de los Santos” en la Reserva de la Biosfera La Michilia. Se trazaron recorridos completamente al azar donde se obtuvieron 10 muestras por cada uno de los seis potreros en estudio, colectando las especies de pastos sin importar cuales fuesen éstas, usando un cuadrante cuadrado de 40 x 40 cm; depositando en bolsas de papel destreza luego se pesaron y se secaron en una estufa, nuevamente se pesaron y capturaron los datos resultantes. Se elaboró un mapa usando los datos de georreferenciación obtenidos en campo para los seis potreros y posteriormente se digitalizó el archivo con el Software ArcGIS 10.1®. Se concluye que de los seis potreros evaluados solo el potrero 1 destaca sobre los otros cinco con 2016.12 y una capacidad de carga de 65.46 UA sobre los otros cinco potreros.

Palabras clave: Potreros, carga animal, materia seca, Michilia

Abstract

The study was carried out southeast of Durango in the area of influence of the "La Michilia" Biosphere Reserve and the Natural Resources Protection Area of the Feed watershed of the National Irrigation District 043, during the month of October 2014; with the objective of estimating the available dry matter and load capacity in six paddocks of the indigenous community “Paraíso de los Santos” in the La Michilia Biosphere Reserve. Tracks were drawn completely at random where 10 samples were obtained for each of the six paddocks in the study, collecting pasture species, no matter what they were, using a square quadrant of 40 x 40 cm; depositing in paper bags is then weighed and weighed in an oven, again weighed and captured the resulting data. A map was developed using the

georeferencing data obtained in the field for the six paddocks and then the file was digitized with the ArcGIS 9.3® Software. It is concluded that of the six paddocks evaluated only paddock 1 stands out on the other five with 2016.12 and a load capacity of 65.46 AU on the other five paddocks.

Keywords: Paddocks, load capacity, dry matter, Michilia.

Introducción

Los pastizales son los ecosistemas más degradados y afectados por las actividades humanas a nivel mundial, con una pérdida estimada mayor al 50% (Hoekstra *et al.*, 2005). En la región norte de México, la calidad nutritiva de la dieta seleccionada por rumiantes en pastoreo depende de la época del año (Reyes *et al.*, 2012). Los agostaderos de las zonas semiáridas del desierto Chihuahuense del norte de México, se caracterizan por su comportamiento en cuanto a su producción forrajera y calidad de la misma, las cuales dependen de la época del año, el aporte de nutrientes de la dieta seleccionada por rumiantes en pastoreo extensivo es afectado por el estado fenológico de las plantas consumidas ya que la etapa de crecimiento de los pastizales depende de la temporada de lluvias la cual se presenta durante el verano, dicha etapa generalmente tiene una duración de 90 a 120 días, periodo en el ganado dispone de forrajes en cantidad y calidad, posterior a ello se presenta una reducción en el aporte de nutrientes de la dieta. A causa del avance en la madurez y posterior dormancia del pastizal (Villalobos *et al.*, 2000; Murillo *et al.*, 2013 citados por Reyes *et al.*, 2016). Se planteó como objetivo estimar la materia seca disponible y capacidad de carga en seis potreros de la Comunidad indígena Paraíso de los Santos en la Reserva de la Biosfera La Michilia.

Materiales y Métodos

Ubicación del área de estudio. El área de estudio se localizó al sureste del estado de Durango en los municipios de Mezquital y de Súchil, dentro de la sierra Madre Occidental en la zona de influencia de la RBLM y el APRN CADNR 043. Entre las coordenadas UTM: 2597444 m – 2575354 m latitud N, y 588671 m - 573655 m longitud oeste (Cárdenas y Sandoval, 2013).

Metodología. Se trazaron recorridos completamente al azar donde se obtuvieron 10 muestras por cada uno de los seis potreros en estudio, colectando las especies de pastos sin importar cuales fuesen éstas, usando un cuadrante cuadrado de 40 x 40 cm; depositando en bolsas de papel destraza la biomasa en base húmeda se pesaron en una balanza digital, se capturaron los datos en una hoja de Microsoft Excel, para posteriormente ser llevadas a la estufa para secarlas y destarar la muestra a base seca y nuevamente capturar los datos para usarlos en los cálculos posteriores. El procedimiento para la elaboración del mapa fue usando los datos de georreferenciación obtenidos en campo en los vértices de cada uno de los seis potreros y posteriormente se digitalizó y generó un shape con el Software ArcGIS 10.1®. Se utilizó la fórmula 1 de estimación de capacidad de carga y así determinar esta para cada uno de los seis potreros.

$$CC = \frac{PMSA * FUA}{REQ} \dots\dots\dots \text{Fórmula 1.}$$

Donde: *CC*= Capacidad de carga; *PMSA*= producción de materia seca aérea promedio del sitio de pastizal en kg ha⁻¹; *FUA*= factor de uso apropiado para el tipo de pastizal en %; *REQ*= requerimiento de la unidad animal en kg de materia seca por año.

Resultados y Discusión

La materia seca disponible en los potreros va directamente proporcional a las condiciones agroclimáticas, manejo histórico, altura de cosecha o corte, intensidad de uso y sobre todo a la biodiversidad de especies vegetales consumibles por el ganado, de tal forma que para el este estudio se presentan valores de materia seca promedio por cada uno de los seis potreros, superficie y el cálculo de capacidad de carga para los mismos en el Cuadro 1 a continuación.

Cuadro 1. Superficie, materia seca y coeficiente de agostadero en seis potreros.

P	Superficie/potrero (ha)	Promedio de M.S./ ha (kg)	Materia Seca (MS)/ potrero/año	Capacidad de Carga/potrero en UA	Coeficiente de Agostadero (ha/UA)
1	26.418426	2016.12	53262.71	65.46	0.40
2	47.253775	586.16	27698.10	34.04	1.39
3	30.063857	243.30	7314.64	8.99	3.34
4	40.330477	195.89	7900.53	9.71	4.15
5	44.566718	155.34	6923.16	8.51	5.24
6	38.712147	159.50	6174.70	7.59	5.10
	227.34540				

P=Potrero; UA=Unidad Animal; MS= Materia seca

Gutiérrez *et al.* (2016) Encontraron en el Rancho Pozos, Aldama, Chihuahua 1012.7, 1248.9 y 1150.7 kg ha⁻¹ de materia seca para los años 2013, 2014 y 2015; mostrando que la producción esta correlacionada positivamente con la cobertura en imágenes tomadas a NADIR en cada uno de los PM. Los coeficientes de determinación fueron de 0.75 para los dos primeros años de muestreo y para el tercer año (2015) aumentó a 0.92. En el Cuadro 1 se presentan valores de materia seca fueron muy contrastantes pues solo en el potrero número 1 presenta mayor cantidad de materia seca con 2016.12 kg ha⁻¹ superando lo encontrado en Aldama, Chihuahua, pero para los otros cinco potreros la materia seca obtenida se comportó muy por debajo de los valores previamente mencionados.

En la Figura 1 se denota la distribución y forma de los potreros; así como también los puntos de muestreo georreferenciados.

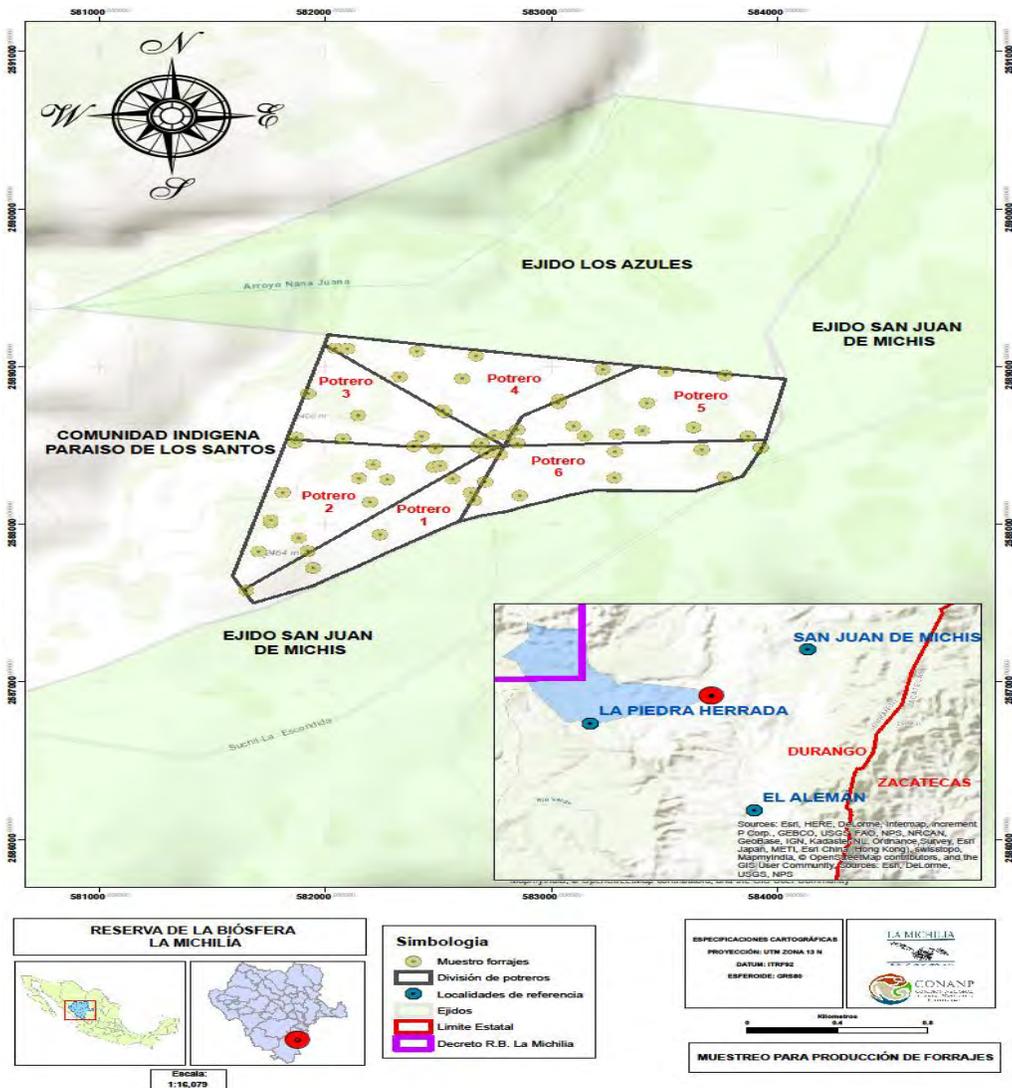


Figura 1. Mapa de la distribución de los seis potreros de estudio.

Márquez *et al.* (2016), dicen que al muestrear la calidad del forraje en tres ranchos en Zacatecas el contenido de PC del forraje fue bajo en el Rancho 2 (68.78 g kg⁻¹) y 3 (66.11 g kg⁻¹), no cubre los requerimientos mínimos necesario de este nutriente (69.0-71.0 g kg⁻¹) para vacas preñadas en el tercio medio de la gestación (NRC, 1984). En cambio, la concentración de PC en el forraje del Rancho 1 (89.13 g kg⁻¹), cubre los requerimientos (76-82 g kg⁻¹) para vacas preñadas en el último tercio de la gestación, pero no los que necesita (91.0-106.0 g kg⁻¹) una vaca amamantando su becerro en los primeros cuatro meses postparto (NRC, 1984). Los resultados obtenidos en lo referente a calidad del forraje colectado por muestra para los seis potreros del estudio no fueron evaluados; sin embargo, es de vital importancia realizar a futuro dicho análisis que permita incidir sobre las acciones de manejo de cada potrero y evitar en lo posible la especulación acerca del contenido nutricional y de la diversidad de especies de pastos presentes en el área de estudio y en general en la Reserva de la Biosfera La Michilia.

Conclusiones

De los seis potreros evaluados solo el potrero 1 destaca sobre los otros cinco con 2016.12 y una capacidad de carga de 65. 46 UA sobre los otros cinco potreros.

Literatura Citada

- Cárdenas F. C., y Sandoval M. J. 2013. Evaluación del foto-trampeo para estimar la densidad poblacional de Jabalí Europeo (*Sus scrofa*) en el sureste de Durango. Tesis Profesional. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. 72 pág.
- Gutiérrez O.G., Melgoza a., Pinedo c., y Corrales K.A. 2016. Estimación de la biomasa mediante fotografías aéreas. Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Memorias del VII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Mesa de trabajo: Fauna Silvestre. Guadalajara Jalisco, México. Pág. 30-34.
- Hoekstra, M. J., Boucher, M .T. Ricketts, H. T., Roberts, C. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. Ecology Letters. Vol. 8, p. 23 -29.
- Márquez M. M., Valdez C. D.R., Gutiérrez B. H., Blanco M. F., y Ruiz G. R. R. 2016. Calidad de forraje de un pastizal natural en otoño en el estado de Zacatecas México. Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro–Norte. Memorias del VII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Mesa de trabajo: Nutrición de rumiantes. Guadalajara Jalisco, México. Pág. 1-6.
- Reyes O., Murillo M., Herrera E., Carrete F.O., Gurrola J. N., Sánchez J.F. 2016. Consumo y valor nutricional de la dieta seleccionada por ganado bovino en agostadero en el norte de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Memorias del VII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Mesa de trabajo: Nutrición de rumiantes. Guadalajara Jalisco, México. Pág. 35-39.

SISTEMA DE PASTOREO TRADICIONAL EN LOS AGOSTADEROS DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA DE MAPIMÍ: LA IMPORTANCIA DE UN ENFOQUE PARTICIPATIVO.

TRADITIONAL GRAZING SYSTEM IN RANGELANDS OF THE MAPIMÍ BIOSPHERE RESERVE: THE IMPORTANCE OF A PARTICIPATORY APPROACH.

Ricardo Mata¹, Juan J. López¹, Elisabeth Huber-Sannwald¹, Natalia Martínez², Jorge A. Urquidí³, José T. Arredondo¹, Ruperto Cázares³, Sergio Cortina⁴, Víctor M. Reyes⁵

¹*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.*

²*Consortio de Investigación, Innovación y Desarrollo para las Zonas Áridas.*

³*Ejido La Soledad, Jiménez, Chihuahua.*

⁴*El Colegio de la Frontera Sur.*

⁵*Instituto de Ecología A.C.*

Resumen

Las zonas áridas y semiáridas cubren más de la mitad del territorio nacional, dentro de ellas se encuentran importantes sistemas socio-ecológicos (SSE) como los agostaderos, los cuales son vitales para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo local en donde se llevan a cabo actividades con relevancia económica, histórica y cultural como la ganadería. Tal es el caso de la Reserva de la Biosfera de Mapimí (RBM), donde la ganadería es la principal actividad económica y donde existen iniciativas del gobierno y de asociaciones civiles para implementar programas de manejo de pastoreo rotacional en los agostaderos de la RBM para combatir la degradación. Sin embargo, en los agostaderos existen estrechas relaciones entre la vegetación, el agua y el suelo, por lo que es de vital importancia conocer cómo funciona el terreno y su sistema de pastoreo antes de implementar dichos cambios el ecosistema. Es por ello que, en este estudio se describe dicho funcionamiento por medio de un enfoque participativo, el cual permitió la creación de relaciones de colaboración y confianza entre los investigadores y los pobladores para lograr comprender al singular ecosistema del ejido La Soledad en la Reserva de la Biosfera de Mapimí, compuesto por dunas, parches e inter-parches de vegetación.

Palabras clave: Investigación participativa, agostaderos, sistemas de pastoreo

Introducción

Las zonas áridas y semiáridas cubren un 40% de la superficie continental de la Tierra (UNCCD, 2012), dentro de ellas se encuentran importantes sistemas socio-ecológicos (SSE) como los agostaderos, los cuales son vitales para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo local por medio de actividades con relevancia económica, histórica y cultural como la ganadería (Williams et al., 1968). Tal es el caso de la Reserva de la Biosfera de Mapimí (RBM), área natural protegida, localizada en el desierto Chihuahuense ente los estados de Durango, Chihuahua y Coahuila, México (CONANP, 2006). El presente trabajo se realizó en el ejido La Soledad de esta reserva, donde, la ganadería es la principal actividad económica.

La actividad pecuaria, tuvo tres etapas importantes en la zona: 1) el auge de haciendas ganaderas a principios del siglo XIX, las cuales prosperaban por la demanda de carne y de animales de tracción (caballos y mulas) para la agricultura y la minería de la zona en la época del Porfiriato. 2) La desaparición de las haciendas entre las décadas de 1910 y 1920 por efectos de la revolución. Y la etapa actual 3) con la creación de ejidos ganaderos en la década de 1930, resultantes de la

fragmentación de las haciendas. Dichos ejidos continuaron criando ganado equino para satisfacer las demandas de animales de tracción en la comarca lagunera, y no fue hasta los años 60's que se comienza a producir practicante solo ganado vacuno (CONANP, 2006) debido a la disminución de la demanda de ganado equino.

Lo anterior, denota una extensa tradición de uso ganadero por parte de los pobladores de la reserva y existe evidencia que grandes hatos ganaderos de hasta 7000 cabezas que pastoreaban en toda RBM y se movían según las disponibilidad de recursos como el agua y el forraje según la estación del año (Hernández, 2001), no obstante, cambios ocasionados por programas y políticas públicas, y decisiones al interior de los ejidos hicieron que hoy en día los ejidos cuenten con cercas perimetrales que generalmente confinan al ganado.

Lo antedicho, aunado a que en la actualidad el 52% de los suelos en 5 ejidos estudiados de la RBM sufren de algún nivel de degradación, principalmente erosión por pérdida de cubierta vegetal asociada a la alta carga animal (Ramírez-Carballo et al., 2011) y a las exigencias provenientes de las oficinas centrales, motivó a la CONANP (institución gubernamental encargada de la RBM desde 2002) a impulsar un programa de carne orgánica, consistente en una certificación de las tierras de los ejidos interesados para la producción de becerros orgánicos para venta, pero, al ser un programa voluntario, no se aplicará en todos los predios. La Soledad es uno de los ejidos pioneros en este programa que requiere el cambio del sistema de pastoreo libre continuo que se ha practicado en toda la historia de la RBM a un sistema de pastoreo rotacional con potreros, por lo que se hace imprescindible conocer como funciona el terreno antes de implementar dichos cambios (Briske et al., 2013).

El objetivo principal de este trabajo fue conocer el origen y el funcionamiento del ecosistema y el sistema de pastoreo actual, del ejido La Soledad, en colaboración con los pobladores, desde un enfoque de investigación participativa, la cual, es una opción para estudiar y resolver problemas en sistemas socio-ecológicos, pues se busca entender las dinámicas de las interacciones entre sociedad y ecosistemas a través de la integración del conocimiento científico y el local (Cornwall and Jewkes, 1995), por medio de la colaboración entre el investigador y los pobladores locales (Coppock et al., 2004), combinando los conocimientos específicos de la ciencia con las vivencias de los participantes, el conocimiento tradicional referido a las innovaciones y prácticas de las comunidades locales, que se originan de largos periodos de observación y experimentación compartidas que se han desarrollado, se mantienen y se pasan de generación en generación (Mantyka-pringle et al., 2017). Sin embargo, alcanzar los objetivos de la investigación participativa requiere un alto grado de cohesión y compromiso de los involucrados (Austin, 2004) lo que requiere un esfuerzo adicional a la investigación tradicional.

Materiales y Métodos

El presente trabajo sirvió como exploración a un proyecto de mayor alcance y se realizó cumpliendo con los principios de la investigación participativa (Martí, n.d.). Primeramente, se contó con un acercamiento a la CONANP para obtener autorización de trabajar en la RBM y hacerles la invitación de colaboración; así mismo, se realizaron tres visitas exploratorias a La Soledad y algunos otros ejidos en los meses de abril, julio y octubre de 2017. Dichas visitas permitieron familiarizarse con el terreno y darse a conocer como grupo de investigación multidisciplinario, así como para establecer vínculos con los habitantes de los ejidos. Una vez que se formó la alianza de colaboración con los pobladores se continuó con la aplicación de entrevistas no estructuradas para identificar los principales actores presentes, la organización del ejido y el sistema de pastoreo actual.

Posteriormente, en el mes de diciembre de 2017, se formó un grupo de trabajo integrado por científicos y pobladores, los segundos aportaron conocimiento de composición y funcionamiento del agostadero y el sistema de pastoreo actual en el ejido. Se identificaron, por medio de cartas topográficas y transectos guiados, puntos clave en el ejido, como los abrevaderos permanentes, los flujos de agua en el terreno, los cercos y los tipos de vegetación en el agostadero (Basupi et al., 2017). Esta información se complementó con información bibliográfica y cartográfica para combinar el conocimiento local y el científico.

Resultados y Discusiones

El enfoque participativo de este trabajo permitió que se crearan relaciones de confianza entre el grupo de investigación y los pobladores del ejido, quienes se convirtieron en colaboradores de la investigación. Esto permitió que los flujos de información mejoraran, facilitando el aprendizaje por ambas partes (Stringer et al., 2006), además se logró obtener información del sitio, que de otra manera sería inalcanzable, ya que ellos son los que trabajan y viven en el lugar, por lo que se convierten en observadores de los procesos que ahí ocurren (Agrawal and Gibson, 1999).

Por medio de las entrevistas a los ejidatarios se conoció que existen tres grupos de trabajo en La Soledad, formados por pobladores con parentesco e ideas afines. Esto ocasionó que se dividiera la tierra comunal del ejido en tres partes. El grupo con el que se colaboró en este trabajo cuenta con aproximadamente 9500 ha y son el único grupo que realizará el cambio de sistema de pastoreo actual a uno rotacional con potreros. Los transectos guiados permitieron identificar los abrevaderos permanentes, los cuales determinan la distribución del ganado en el ejido y son 5 principales para el área de estudio: 1) La Soledad, bebedero localizado en el poblado del mismo nombre, 2) La Presa, bordo de captación de agua de lluvia, 3) El Presón de los Burros, bordo más pequeño que el anterior, 4) La Pila 1 y 4) La Pila 2, piletas para distribución de agua de pozo a bebederos. Los tres primeros abrevaderos son los más viejos, por lo tanto, los que históricamente han tenido mas influencia en el ganado.

En la mayor parte del ejido se tienen paisajes compuestos por: dunas, parches de vegetación e Inter parches de suelo desnudo (Montaña, 1988), las cuales son llamadas en la localidad como arenales, mogotes y llanos, respectivamente. Estas formaciones vegetales son consistentes en algunos ecosistemas áridos y semiáridos, donde se pueden observar parches de vegetación asociados a inter parches de suelo desnudo (Ludwig et al., 1999). Estos parches son el resultado de cambios causados por la distribución de recursos limitantes, como el agua, en ciertas zonas del paisaje por procesos de acumulación y escurrimiento (Ludwig et al., 2005; Rietkerk et al., 2004). En la Soledad, estos procesos están determinados por las dunas (Figura 1), las cuales, se forman a partir del sedimento arrastrado por los vientos dominantes provenientes del oeste (Grunberger et al., 2004) y se ha observado que distribuyen los flujos de agua superficial dirigiéndola o reteniéndola, donde se establecen los parches de vegetación o mogotes (Weems and Monger, 2012).

Los pobladores describieron en la dinámica de pastoreo que el ganado aprovecha las plantas anuales en los arenales (dunas) y en los llanos (interparches); al final de la temporada de lluvias, cuando ese recurso termina; pasan a consumir arbustos, yerbas y pastos anuales restantes en los arenales, donde además se resguardan del frío invernal. De igual manera, aprovechan los mogotes (parches de vegetación), como sombra en los meses cálidos y para forrajear arbustos perenes y pastos perenes como el *Hilaria mutica*.

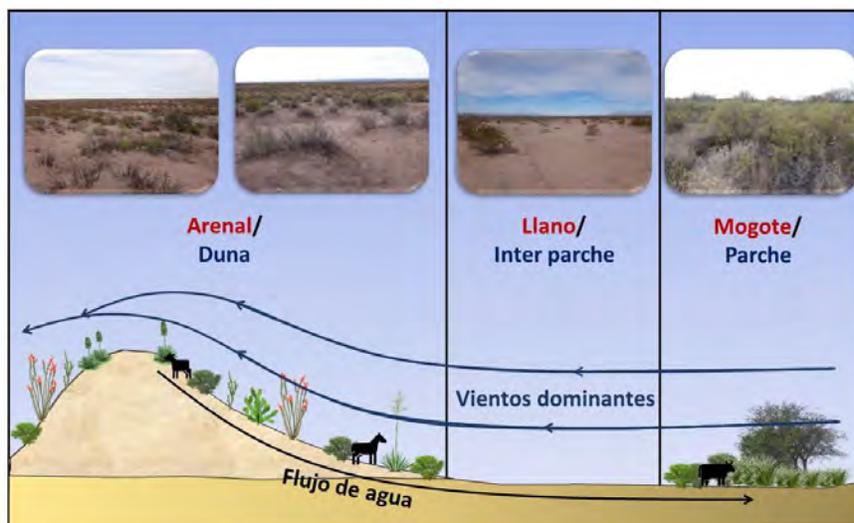


Figura 1. Diagrama del funcionamiento del ecosistema en el ejido La Soledad, donde se integra el conocimiento local y el científico.

El ejido tiene un sistema de pastoreo tradicional que consiste en la adaptación de ato ganadero a las condiciones específicas del terreno, por lo que un cambio a un sistema rotacional traerá cambios, que pueden ser tanto positivos (Odadi et al., 2017) como negativos (Briske et al., 2013), sin embargo, lo importante es enfocarse en el desarrollo de sistemas de manejo adaptativos, resultado de un entendimiento de cada sistema (Hawkins, 2017).

Conclusiones

El enfoque participativo de este trabajo permitió integrar el conocimiento local del terreno y el conocimiento técnico/científico de procesos ecosistémicos, para entender el funcionamiento de los agostaderos de la Soledad. Este entendimiento es fundamental para el desarrollo de sistemas de manejo adaptativos, resultados de un entendimiento de los sistemas abordados desde sus diversos niveles de complejidad, sociales y ambientales, basados en el conocimiento al interior del sistema, como sus habitantes y actores externos (academia y otras organizaciones) que permitan vislumbrar un panorama más amplio de riesgos y oportunidades del agostadero.

Agradecimientos

Se agradece especialmente a la CONANP y en particular al ejido La Soledad por su aportación y colaboración en este trabajo. Este trabajo fue realizado con fondos de investigación por SEP-CB-2015-01-251388.

Literatura Citada

- Agrawal, A., Gibson, C.C., 1999. Enchantment and disenchantment: The role of community in natural resource conservation. *World Dev.* 27, 629–649. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(98\)00161-2](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(98)00161-2)
- Austin, D., 2004. Partnerships, Not Projects! Improving the Environment Through Collaborative Research and Action. *Hum. Organ.* 63, 419–430. <https://doi.org/10.17730/humo.63.4.v7x1t5mwqf1xl3v>
- Basupi, L.V., Quinn, C.H., Dougill, A.J., 2017. Using participatory mapping and a participatory geographic information system in pastoral land use investigation: Impacts of rangeland policy in Botswana. *Land use policy* 64, 363–373. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.03.007>
- Briske, D.D., Bestelmeyer, B.T., Brown, J.R., Fuhlendorf, S.D., 2013. The Savory Method Can Not Green Deserts or Reverse Climate Change: A response to the Allan Savory TED video. *Rangelands* 35, 72–74. <https://doi.org/10.2111/RANGELANDS-D-13-00044.1>

- CONANP, 2006. Programa de Conservación y Manejo de Reserva de la Biosfera de Mapimí, México. México D. F.
- Coppock, D.L., Desta, S., Tezera, S., Lelo, R.K., 2004. Pastoral Risk Management in Southern Ethiopia : Observations From Pilot Development Projects Based on Participatory Community Assessments. *ENVS Fac. Publ.* 1921–1931.
- Cornwall, A., Jewkes, R., 1995. What is participatory research? *Soc. Sci. Med.* 41, 1667–1676. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0277-9536\(95\)00127-S](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0277-9536(95)00127-S)
- Grunberger, O., Reyes -Gomez, V., Janeau, J.L. (eds)-, 2004. las playas del desierto chihuahuense 299–340.
- Hawkins, H.-J., 2017. A global assessment of Holistic Planned Grazing™ compared with season-long, continuous grazing: meta-analysis findings. *African J. Range Forage Sci.* 34, 65–75. <https://doi.org/10.2989/10220119.2017.1358213>
- Hernández, L., 2001. Historia Ambiental de la ganadería en México. Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz.
- Ludwig, J.A., Tongway, D.J., Marsden, S.G., 1999. Stripes, strands or stipples: Modelling the influence of three landscape banding patterns on resource capture and productivity in semi-arid woodlands, Australia. *Catena* 37, 257–273. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(98\)00067-8](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(98)00067-8)
- Ludwig, J.A., Wilcox, B.P., Breshears, D.D., Tongway, D.J., Imeson, A.C., 2005. Vegetation Patches and Runoff-Erosion as Interacting Ecohydrological Processes in Semiarid Landscapes. *Ecology* 86, 288–297.
- Mantyka-pringle, C.S., Jardine, T.D., Bradford, L., Bharadwaj, L., Kythreotis, A.P., Fresque-baxter, J., Kelly, E., Somers, G., Doig, L.E., Jones, P.D., 2017. Bridging science and traditional knowledge to assess cumulative impacts of stressors on ecosystem health. *Environ. Int.* 102, 125–137. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.008>
- Martí, J., n.d. La investigación - acción participativa. estructura y fases, in: Vallasante, T. (Ed.), *La Investigación Social Participativa. Construyendo Ciudadanía. El viejo Topo*, pp. 79–123.
- Montaña, C., 1988. Mayor vegetation and environment units, in: Montaña, C. (Ed.), *ESTUDIO INTEGRADO DE LOS RECURSOS VEGETACIÓN, SUELO Y AGUA EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MAPIMÍ*. Instituto de Ecología, pp. 99–115.
- Odadi, W.O., Fargione, J., Rubenstein, D.I., 2017. Vegetation, Wildlife, and Livestock Responses to Planned Grazing Management in an African Pastoral Landscape. *L. Degrad. Dev.* <https://doi.org/10.1002/ldr.2725>
- Ramírez-Carballo, H., Pedroza-Sandoval, A., Martínez-Rodríguez, J.G., Valdez-Cepeda, R.D., 2011. Evaluación Participativa De La Degradación Del Suelo En La Reserva De La Biosfera Mapimí. *Rev. Chapingo Ser. Ciencias For. y del Ambient.* XVII, 1–9. <https://doi.org/10.5154/r>
- Rietkerk, M., Dekker, S.C., Ruite, P.C., Koppel, J. van, 2004. Self-Organized Patchiness and Catastrophic Shifts in Ecosystems. *Science* (80-.). 305. <https://doi.org/10.1126/science.1101867>
- Stringer, L.C., Dougill, A.J., Fraser, E., Hubacek, K., Reed, M.S., Stringer, L.C., Dougill, A.J., Fraser, E., Hubacek, K., Prell, C., 2006. Unpacking “ Participation ” in the Adaptive Management of Social – ecological Systems : a Critical Review. *Ecol. Soc.* 11, 39.
- UNCCD, 2012. Ecosystem based adaptation. [WWW Document]. URL <http://www.unccd.int/en/programmes/Event-and-campaigns/WDCD/Pages/What-is-Ecosystem-Based-Adaptation.aspx>
- Weems, S.L., Monger, H.C., 2012. Banded vegetation-dune development during the Medieval Warm Period and 20th century, Chihuahuan Desert, New Mexico, USA. *Ecosphere* 3, art21. <https://doi.org/10.1890/ES11-00194.1>
- Williams, R., Allred, B., Denio, R.M., Paulsen, H., 1968. Conservation, Development, and Use of the World’s Rangelands. *J. Range Manag.* 21, 355–360.

COBERTURA DE *Bouteloua gracilis* EN TRES SITIOS DE PASTIZAL DEL NORTE DE DURANGO

Bouteloua gracilis COVER IN THREE RANGELAND SITES IN NORTHERN DURANGO

Edmundo Castellanos¹, Gerardo Balderas¹, Ana I. Maraña¹, Gerardo Sánchez¹, Ulises N. Gutiérrez¹
¹Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango

Resumen

Es importante conocer la dominancia de *Bouteloua gracilis* en sitios diferentes para tener más alternativas de manejo. El objetivo fue medir la cobertura aérea y basal de esta gramínea en tres sitios de pastizal adyacentes. El trabajo se realizó en La Cieneguilla Municipio de Hidalgo, Durango en noviembre de 2017. Se midió la cobertura aérea y basal con un marco de puntos de 1 m de longitud con 1 punto cada 5 cm. El sitio sembrado con *Bouteloua gracilis* en 2003 presentó una cobertura aérea de 68.3% y una cobertura basal de 31.7%, mientras que en el sitio de pastizal natural la cobertura aérea fue de 48.9% y la basal de 6.8%. En el sitio abandonado al cultivo en 2003 se encontraron coberturas de 2% y menos. Por esta baja cobertura se estimó el área en que se encuentra un macollo, siendo de 4.68 m² por macollo con una D.E.= 4.65.

Palabras clave: Pasto navajita, resiembra, cobertura basal

Introducción

De las especies en los pastizales dominados por gramíneas en el estado de Durango está el zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis*), el cual en Estados Unidos de América recibe mucha atención ante la necesidad de incrementar la producción de los pastizales nativos (Castellanos *et al.*, 2012). *Bouteloua gracilis* requiere de suficiente humedad para la germinación y varias semanas para el crecimiento de las raíces adventicias (Briske y Wilson, 1980).

Además requiere poca competencia del estrato arbustivo, por ejemplo, Pieper (1971) en áreas sin vegetación arbustiva, específicamente *Opuntia imbricata*, reportó mayor producción de *Bouteloua gracilis*. Hyder *et al.* (1971) mencionan que *Bouteloua gracilis* no se dispersa rápido por semillas, aunque dicen que la semilla juega un papel importante en la sucesión secundaria. Por lo anterior, se compararon tres sitios de pastizal adyacentes, uno abandonado al cultivo desde 2003, otro resembrado con *Bouteloua gracilis* en ese año, y otro con pastizal natural. El objetivo del trabajo fue medir la cobertura aérea y basal de *Bouteloua gracilis* de estos tres sitios de pastizal.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la Colonia Cieneguilla, Mpio. de Hidalgo, Dgo. Se localiza en el paralelo 25° 39' latitud Norte y el meridiano 104° 39' longitud Oeste. El suelo es migajón arenoso y migajón arcillo-arenoso con pendiente de 1 a 8%. En Noviembre de

2017, los muestreos de cobertura basal y aérea se hicieron en tres sitios: uno que fue abandonado a la siembra en 2003, otro sitio que fue sembrado con *Bouteloua gracilis* en 2003, y otro sitio con *Bouteloua gracilis* de manera natural. El sitio abandonado a la siembra tiene contiguo al lado oeste la resiembra de zacate navajita, al lado este, al norte y al sur el sitio es contiguo a áreas de pastizal dominadas por *Bouteloua gracilis*. El sitio de pastizal natural está localizado al norte de la resiembra. La siembra del zacate navajita se realizó el 29 y 30 de Julio de 2003 con semilla colectada el año anterior en agostaderos del Estado de Zacatecas en expediciones de recolecta a cargo de INIFAP con sede en Calera Zac. La densidad de siembra fue de ocho kg ha⁻¹. El área total sembrada fue de 9 ha (300 m x 300 m) (Castellanos *et al.*, 2008).

Con un marco de puntos de un metro de longitud y un punto cada 5 cm se midió la cobertura aérea y la cobertura basal. En el área abandonada al cultivo, se midió la densidad de macollos de *Bouteloua gracilis* con el método de la planta más cercana (Almeida y Castellanos, 1991) con la ayuda de una línea diagonal haciendo una medición cada 15 m.

Resultados y Discusión

El sitio donde se encontró mayor cobertura aérea y basal de *Bouteloua gracilis* fue en el área sembrada en 2003 seguido por el sitio de pastizal natural, aunque la cobertura basal fue mucho menor, un 6.79% contra un 31.67% en el área sembrada. En el área abandonada al cultivo desde 2003 la cobertura de *Bouteloua gracilis* fue de 2% y la cobertura basal de 0.5%. El pastizal natural fue el único en donde se encontró costra biológica con un 8.21% de cobertura basal. Otras gramíneas tuvieron mayor cobertura aérea y basal en el área abandonada al cultivo con 51.5% y 13.5% respectivamente. También en ésta área la cobertura basal de suelo desnudo fue mayor con 31.5%, seguida por el área sembrada con 28.33%. La mayor cobertura basal de mantillo se encontró en el pastizal natural con 58.21% seguida por el cobertura basal de 53.5% en el área abandonada al cultivo. La cobertura aérea de las hierbas fue de 11% en el área abandonada al cultivo, de 8.93% en el pastizal natural, y fue casi 0 en el área sembrada.

Debido a la casi nula presencia en la cobertura aérea y basal de *Bouteloua gracilis* en el área abandonada al cultivo, se estimó la densidad de macollos de ésta gramínea en ésta área, como mencionado anteriormente, cada 15 m, en una línea diagonal en el sitio, se midió el macollo más cercano al punto encontrando una media de un macollo de esta gramínea en 4.68 m² con una desviación estándar de 4.65, n = 24.

Los mecanismos que regulan los procesos de los ecosistemas son poco entendidos frecuentemente (Archer y Pyke, 1991). Castellanos *et al.* (2012) mencionan que el banco de semilla es pobre debido a diversos factores, pero el principal debido a la falta de un buen manejo de pastizales para buscar que las especies nativas deseables produzcan semillas viables.

Las semillas se dispersan por medios como el viento, agua, animales terrestres y aves (Russell y Musil, 1961). El escurrimiento superficial es importante para llevar a las semillas a micrositios favorables para su germinación y crecimiento (Gutiérrez *et al.* 2004). Hay una línea delgada que separa la predación de semillas de la dispersión de semillas en muchas instancias. Las semillas que escapan de la masticación pueden ser regurgitadas o sobrevivir el pasaje a través del tracto digestivo y ser depositadas en las heces (Archer y Pyke 1991). La dispersión de semillas da muchas ventajas a las plantas,

entre ellas el moverse lejos del material parental donde la predación puede ser alta y la competencia por nutrientes es alta, llegan las semillas a micrositos con condiciones buenas para germinar lo cual es impredecible en tiempo y espacio, y el movimiento de semillas hacia sitios con disturbio (Collins y Uno, 1985).

Conclusiones

Los tres sitios mostraron diferente cobertura de *Bouteloua gracilis*, donde por efecto de la resiembra se encuentra en ese sitio mayor cobertura aérea y basal. El sitio adyacente abandonado al cultivo mostró casi nula cobertura, lo que indica que esta planta no se dispersa fácilmente.

Cuadro 1. Proporción de la cobertura aérea y basal de tres sitios en el predio La Cieneguilla, Municipio de Hidalgo, Durango.

AREA NATURAL						
	Cobertura aérea			Cobertura basal		
	Media	DE ¹	n	Media	DE	n
<i>Bouteloua gracilis</i>	0.4893	0.3108	14	0.0679	0.0696	14
Otras gramíneas	0.2321	0.2258	14	0.0321	0.0541	14
Hierbas	0.0893	0.1077	14	0.0036	0.0134	14
Mantillo	0.1179	0.0973	14	0.5821	0.175	14
Costra biológica	0.0250	0.0546	14	0.0821	0.0992	14
Suelo desnudo	0.0393	0.0656	14	0.2250	0.1718	14
AREA SEMBRADA EN 2003 CON <i>Bouteloua gracilis</i>						
	Media	DE	n	Media	DE	n
<i>Bouteloua gracilis</i>	0.6833	0.2015	15	0.3167	0.1809	15
Otras gramíneas	0.1700	0.217	15	0.0567	0.0842	15
Hierbas	0.0033	0.0129	15	0	0	15
Mantillo	0.1000	0.1052	15	0.3433	0.186	15
Costra biológica	0	0	15	0	0	15
Suelo desnudo	0.0433	0.0594	15	0.2833	0.2015	15
AREA ABANDONADA AL CULTIVO EN 2003						
	Media	DE	n	Media	DE	n
<i>Bouteloua gracilis</i>	0.0200	0.0483	10	0.0050	0.0158	10
Otras gramíneas	0.5150	0.3621	10	0.1350	0.178	10
Hierbas	0.1100	0.1983	10	0.0100	0.0211	10
Mantillo	0.2200	0.1961	10	0.5350	0.3083	10
Costra biológica	0	0	10	0	0	10
Suelo desnudo	0.1350	0.1292	10	0.3150	0.2878	10

¹DE = desviación estándar

Literatura Citada

- Almeida M.R., y E. Castellanos P. 1991. Método para determinar poblaciones de orégano (*Lippia* spp.) y algunos atributos fenológicos. pp. 118-124. En: Estado Actual del Conocimiento sobre el Orégano en México. R. Meléndez G., S.A. Ortega R., y R. Peña R. (eds.). U.A. Chapingo, INIFAP-SARH.
- Archer, S. and D.A. Pyke. 1991. Plant-animal interactions affecting plant establishment and persistence on revegetated rangeland. *J. Range Manage.* 44:558-565.
- Briske, D.D., and A.M. Wilson. 1980. Drought effects on adventitious root development in blue grama seedlings. *J. Range Manage.* 33:323-327.
- Castellanos Pérez E., R. Gutiérrez Luna, J.J. Quiñones Vera, C.M. Valencia Castro, J.J. Martínez Ríos, J.S. Serrato Corona, y E. Luján Machado. 2008. Siembra del zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) en un área abandonada al cultivo en Durango. *Agrofaz*, Vol. 8. pp. 27-33.
- Castellanos Pérez E., A. Esquivel Romo, J. S. Serrato Corona, y J. J. Quiñones Vera. 2012. Siembra de *Bouteloua gracilis* en tres sitios de pastizal de Durango. *Agrofaz* 12: 39-44.
- Collins, S.L. and G.E. Uno. 1985. Seed predation, seed dispersal, and disturbance in grassland: A comment. *American Naturalist*, Vol. 25. 866-872.
- Gutierrez R., J.E. Herrick, and G.B. Donart. 2004. Gully seeder for reseeding rangeland and riparian areas. *J. Range Manage.* 57:399 -401.
- Hyder, D.N., A.C. Everson, and R.E. Bemen. 1971. Seedling morphology and seedling features with blue grama. *J. Range Manage.* 24:278-292.
- Pieper, R. D. 1971. Blue grama vegetation responds inconsistently to cholla cactus control. *J. Range Manage.* 24:52-54.
- Pyke, D.A., and S. Archer. 1991. Plant-plant interactions affecting plant establishment and persistence on revegetated rangeland. *J. Range Manage.* 44:550-557.
- Russell, P.G., and A.F. Musil. 1961. Plants must disperse their seeds. *Yearbook of Agriculture*. <https://naldc.nal.usda.gov/download/IND43861609/PDF>. Página visitada el 24 de Noviembre de 2017.

RESPUESTA ANIMAL EN TRES HIBRIDOS DE *Urochloa* BAJO PASTOREO EN LA COSTA SUR DE JALISCO

ANIMAL RESPONSE IN THREE HYBRIDS OF *Urochloa* UNDER GRAZING IN THE SOUTH COAST OF JALISCO

Mario A. Vega^{1*}, Joaquín V. Ortiz², Manuel Silva³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), CE Altos de Jalisco, Av. Biodiversidad #2470 Tepatitlán de Morelos, Jal., ²Universidad de Guadalajara Centro Universitario de la Costa Sur Av. Independencia Nacional 151, Centro. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) C.E. Tecomán, Km 35, Carr. Manzanillo-Colima. Apdo. Postal 88, CP 28100 Colima.

[*vega.marioantonio@inifap.gob.mx](mailto:vega.marioantonio@inifap.gob.mx)

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la ganancia de peso vivo en becerros bajo pastoreo rotacional en tres híbridos de *Urochloa*. La evaluación se realizó en el Coyame, municipio de Casimiro Castillo, Jalisco rancho "Los Lucas", del Sr. Santos Navarro Romero, a 19°30'23.7" N, 104°31'54.9 W a 305 msnm, el tipo de suelo Arenoso-Franco con un pH de 6.3 en los primeros 30 cm, clima Aw₁, temperatura y precipitación media anual de 26.8°C y 1452 mm, respectivamente. Se trabajó con tres híbridos Cobra, Caimán y Convert -330 este último como testigo, el pastoreo fue de ocho días de ocupación por 25 de descanso, para determinar la ganancia de peso se utilizaron cuatro animales seleccionados al azar para cada tratamiento con diferentes proporciones de cruzamiento de las razas: suizo, cebú y simmental con un peso promedio de 244±41 kg., los animales se desparasitaron y vitaminaron al inicio y pesaron cada 28 días sin previo ayuno, la ganancia de peso se obtuvo restando el peso final al peso inicial dividido entre el número de días que fue de 140, para el análisis de la información se utilizó el paquete estadístico Statix 8.0, utilizando la comparación de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Con un diseño completamente al azar, teniendo a las especies forrajeras como tratamiento. Los resultados indican diferencia ($\alpha=0.05$) entre especies siendo el híbrido cobra el que registró las mayores ganancias de peso promedio con (0.742 kg d⁻¹ animal⁻¹). El peso obtenido da muestra del potencial productivo.

Palabras clave: producción de carne, híbridos, peso, bovinos, pastoreo

Abstract

The objective of this work was to evaluate the live weight gain in calves under rotational grazing in three *Urochloa* hybrids. The evaluation was carried out in Coyame, municipality of Casimiro Castillo, Jalisco ranch "Los Lucas", of Mr. Santos Navarro Romero, at 19 ° 30'23.7 "N, 104 ° 31'54.9 W at 305 masl, the type of soil Arenoso-Franco with a pH of 6.3 in the first 30 cm, Aw₁ climate, temperature and average annual precipitation of 26.8 ° C and 1452 mm, respectively. We worked with three hybrids Cobra, Cayman and Convert -330 as a control, grazing was eight days of occupation by 25 rest, to determine the weight gain were used four animals selected at random for each treatment with different proportions of crossing of the breeds: swiss, zebu and simmental with an average weight of 244 ± 41 kg., the animals were dewormed and vitaminized at the beginning and weighed every 28 days without previous fasting, the weight gain obtained by subtracting the final weight from the weight initial divided by the number of days that was 140, for

the analysis of the information Statix 8.0 statistical package was used, using the comparison of means with the Tukey test ($\alpha = 0.05$). With a completely random design, having the forage species as treatment. The results indicate difference ($\alpha = 0.05$) with the hybrid being the one that recorded the highest average weight gains with (0.742 kg d⁻¹ animal⁻¹). The weight obtained shows the productive potential.

Keywords: production of meat, hybrids, weight, cattle, grazing

Introducción

Alimentar al ganado con forrajes de buena calidad es importante para cubrir los requerimientos nutricionales que el ganado demanda. Uno de los principales factores relacionados con la calidad del forraje es el consumo voluntario; a menor digestibilidad, menor calidad y consumo de forraje (Mojica, 2010).

La principal fuente de alimentación para el ganado son las especies forrajeras que, complementado con un manejo eficiente de pastoreo permitan al ganadero hacer un aprovechamiento racional sustentable de praderas. El manejo y establecimiento de los pastos es tan importante como la fertilización o la selección de la especie a utilizar. Es claro que la utilidad que se obtenga respecto a los costos de producción para el manejo de los pastos dependerá de la habilidad con que se realicen las prácticas de manejo para su conversión a productos de fácil venta y elevar el vigor de los pastizales. El manejo de pasturas tiene varios objetivos, algunos de ellos son la producción más estable durante el año, mayor potencial de rendimiento, alta calidad forrajera, disminución de la erosión, la utilización eficiente, es decir, obtener el mayor porcentaje de pasto posible y que pueda ser aprovechado en su mayoría por los animales, para sostener la productividad durante todo el año (Hernández *et al.*, 2014).

Por otra parte la importancia de introducir y evaluar nuevas especies en las regiones tropicales tales como: *B. Brizantha* (A. Rich.) Stapf, *B. Humidicola* y mulato (*B. brizantha* x *B. ruziziensis* (Gerardo, 2006), con alto potencial forrajero, han sido considerandos prominentes dentro de su género. Esto radica en su gran adaptación a las zonas tropicales.

Materiales y Métodos

La evaluación fue realizada en la localidad del Coyame, municipio de Casimiro Castillo, Jalisco en el rancho “Los Lucas”, propiedad del Sr. Santos Navarro Romero ubicado en las coordenadas N 19°30'23.7”, W 104°31'54.9 a una altitud de 305 msnm, el tipo de suelo es Arenoso-Franco con un pH de 6.3 en los primeros 30 cm del perfil del suelo. El clima pertenece a un Aw₁ (Ruiz *et al.*, 2003) con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 26.8°C y, una precipitación promedio anual de 1452 mm., se trabajó con tres híbridos de *Urochloa*, Cobra, Caimán y Convert -330 este último se consideró como testigo, la fecha de siembra fue del 23 de julio de 2016, la superficie para cada uno fue de 1 hectárea, para realizar la siembra hubo necesidad de dar tres pasos de rastra con el objetivo de lograr una buena cama de siembra, se utilizaron 4 kg de semilla por ha⁻¹ esta fue depositada en el fondo del surco a dos cm de profundidad, se manejó control químico y manual para combatir malezas. Una vez establecidas las praderas los bovinos en evaluación iniciaron un periodo de adaptación de 15 días apoyándose en la herramienta del cerco eléctrico, el pastoreo fue de ocho días de ocupación por 25 de descanso. Cabe señalar que los becerros solo consumieron los pastos y se les proporciono sales minerales a libre acceso. Antes de iniciar el experimento, las

parcelas se cortaron para uniformizar altura a 15 cm sobre el nivel del suelo; posteriormente, para determinar la producción de forraje se muestreo con un cuadrante de 0.25 m², antes de cada pastoreo, el material cosechado se lavó y secó en estufa de aire forzado por 48 horas a 70°C. Para llevar a cabo este trabajo se utilizaron cuatro animales seleccionados al azar para cada tratamiento con diferentes proporciones de cruzamiento de las razas: suizo, cebú y simmental con un peso promedio de 244± 41 kg. Se dividieron en tres grupos de cuatro animales para cada tratamiento (pasto) el control sanitario que se aplicó fue de 1ml ivermectina al 3.5% por cada 50kg de peso vivo y 3ml de albendazol al 10%, para los ectoparásitos se utilizó fipronil en el dorso y por último se vita mino aplicando butafosfan mas B12. Se reforzó con flumetrina ya que la incidencia de ectoparásitos y mosca persistió durante el periodo de evaluación. Para el análisis de la información se utilizó el paquete estadístico Statix 8.0, utilizando la comparación de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Con un diseño completamente al azar, teniendo a las especies forrajeras como tratamiento.

Resultados y Discusión

De acuerdo a los datos encontrados en la evaluación y análisis de varianza realizados no hubo diferencia ($P<0.05$), entre los híbridos pastoreados por los bovinos para los primeros tres periodos (Cuadro 1), aunque las mayores ganancias se presentaron en bovinos que pastoreaban el híbrido Cobra, mostrando significancia ($P<0.05$). Cobra registró las mayores ganancias de peso promedio (0.742 kg d⁻¹ animal⁻¹, Figura 1) durante el periodo evaluado y fue el híbrido donde los animales ganaron más peso (1.4 kg d⁻¹ animal⁻¹, Cuadro 1). Sorprendentemente todos los híbridos mostraron altas ganancias de peso al inicio del pastoreo y esto pudo ser debido a un efecto compensatorio del animal y disponibilidad de pasto al inicio de evaluación. En el Cuadro 1 se observa una disminución en la ganancia de peso, donde se aprecia una baja significativa en septiembre y octubre, cuestión relacionada con la disponibilidad de forraje y al periodo lluvioso presente en esos meses, lo cual tiene un efecto marcado sobre la ganancia de peso.

Los ectoparásitos también influyeron en el comportamiento animal, ya que aunque, se estuvieron haciendo aplicaciones de insecticidas para tratar de controlar el problema en la región se tiene una alta incidencia de garrapata y mosca del cuerno que afectan la salud y el bienestar del animal, se observó que los periodos de septiembre y octubre la incidencia fue mayor, siendo en el grupo donde pastoreaban el híbrido cobra este problema persistió pudiendo afectar la ganancia de peso.

Se pudo observar que el híbrido cobra fue más precoz que los otros dos materiales en estudio y la caída de las ganancias de los pesos se puede atribuir a que el tiempo que mostro inflorescencia fue mayor a la de los otros do materiales afectando la producción y calidad del pasto y aun así fue el que mayor promedio obtuvo. Por otro lado es importante mencionar que los paradigmas de uso en especies tropicales, que en promedio son aprovechadas después de los 45 días de edad de rebrote poco a poco van siendo eliminadas y es importante considerar al pasto remanente como un factor principal a considerar en éstos sistemas de pastoreo intensivo, situación que merece ser parte de la continuidad de éste proyecto a futuro.

Cuadro 1. Ganancia diaria de peso (g día⁻¹) en bovinos pastoreando tres híbridos de *Urochloa*.

Hibrido	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre
Cobra	1.464 A	1.035 A	0.714 A	0.389 B	0.410 A
Convert-330	1.178 A	0.660 A	0.875 A	0.375 A	0.053 B
Caimán	1.044 A	0.732 A	0.839 A	0.285 AB	0.339 AB
EEM	0.119	0.095	0.148 A	0.069	0.086

Cuadro 2. Es importante resaltar que las ganancias de peso y producción de carne, fueron única y exclusivamente por consumo de pasto presente en las praderas. Estos resultados parciales son el resultado del buen manejo de la pradera y del aprovechamiento de la calidad nutricional de cada pasto, lo que se traduce en mayor producción de carne y rentabilidad del sistema de producción.

Cuadro 2. Cambios en la ganancia de peso (kg ha⁻¹) en becerros pastoreando los tres híbridos de *Urochloa*

	Cobra	Caimán	Convert-330
Peso inicial (kg)	226	262	244
Peso final (kg)	330	353	312
Kg de carne producida ha⁻¹	104	91	68

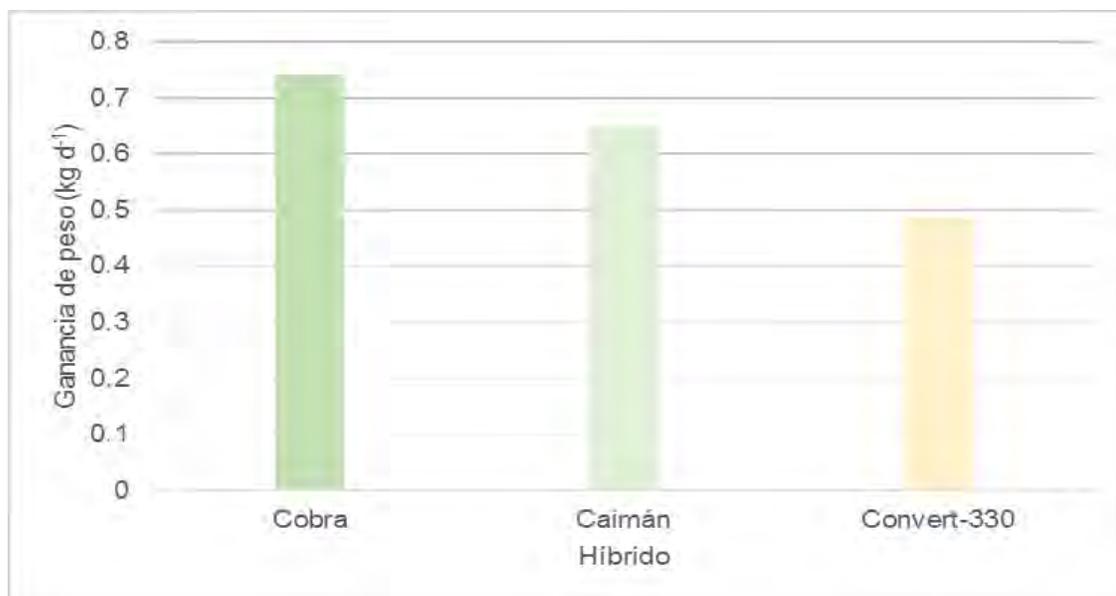


Figura 1. Ganancia de peso promedio entre híbridos, en un ciclo de engorda bajo pastoreo.

Conclusiones

Cobra resultó ser el híbrido más rentable debido a la mayor producción de carne, las ganancias de peso obtenidas en pastoreo dan una clara muestra del potencial productivo que ofrecen los diferentes híbridos, sobrepasando por mucho las ganancias de peso promedio que han sido obtenidas por mucho tiempo atrás, estando entre 400 a 500 g d⁻¹ animal⁻¹.

Los resultados del presente trabajo sugieren que los pastos deben ser aprovechados por el animal cuando estos presenten alturas máximas de 60 cm., cuando ofrecen mayor disponibilidad de forraje tanto en verde como en seco, lo que permite lograr mayor desempeño individual.

Literatura Citada

- Gerardo, C.H. 2006. Potencial forrajero de eco tipos de *Brachiaria humidicola*. Tesis de Maestría, Colegio de postgraduados, Montecillos Texcoco, edo., de México. P 5.
- Hernández, M., Abarca Monge, S., & Soto Blanco, R. (2014). Pruebas de persistencia del pasto *Brachiaria* híbrido cv Cayman. *UTN Informa (Costa Rica)*. (Jul-Set, 16(69), 82p.
- Mojica, M. M., (2010). "Establecimiento y uso de la técnica de digestibilidad in vitro para evaluar nutricionalmente maíz forrajero". Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver., México. 55p.
- 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 del sector productivo en el estado de Jalisco. INIFAP. Libro técnico n° 2. 172p.

SISTEMA DE PASTOREO EJIDAL DE CORTA DURACIÓN. UNA PROPUESTA.

SHORT-DURATION EJIDAL GRAZING SYSTEM. A PROPOSAL

Ricardo Vásquez Aldape

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Correo electrónico: rvaldape@hotmail.com

Objetivo

Presentar el diseño de un sistema simple y de bajo costo para ordenar el pastoreo comunal del ganado bovino en los ejidos que tienen cerco perimetral pero pocos, o ningún potrero.

Materiales

Mapa predial o topográfico del ejido, escala 1:50,000, con abrevaderos numerados o nombrados, alambre de púas, postes para cercos, inventario de animales, saladeros, suplementaderos, y ejidatarios con disposición y compromiso de pastorear su ganado en un solo hato.

Métodos

1). Integración del ganado en un solo hato, **2)**. Cercar los abrevaderos, **3)**. Cerrar todos los accesos (falsetes, portones), menos en el abrevadero número uno, por un mes, **4)**. Marcar y numerar 4 puntos alrededor de cada abrevadero, a una distancia radial máxima de 1.5 Km, **5)**. Colocar, en cada punto, un saladero/suplementadero, numerado del 1 al 4, **6)**. Abastecer semanalmente con sal/suplemento, uno a la vez, **7)** a los 30 días, cerrar el acceso del abrevadero 1 y abrir el del 2, **8)** Repetir el proceso de colocación de sal/suplemento, **9)**. Llevar registros de fechas de pastoreo en cada saladero de cada abrevadero, **10)**. Elaborar un “rol” de “vaquero por una semana”, para concentrar el pastoreo, **11)**. Evaluar el pastizal en cada cambio de estación del año, **12)**. Evaluar anualmente los parámetros reproductivos y económicos del ganado.

Resultados Esperados

En el corto plazo: **1)**. Promover una sucesión ecológica hacia etapas más productivas y con mayor biodiversidad, **2)**. Impactar favorablemente el ciclo del agua, el ciclo de minerales y el flujo de energía, **3)**. Obtener mejores indicadores reproductivos y económicos, **6)**. Los propietarios, tiempo para procurarse mejor calidad de vida efectuando otras actividades y **7)**. Avanzar hacia una ganadería ecológica, económica y socialmente sustentable.

RESPUESTA DE ESPECIES ARBUSTIVAS AL NODRICISMO COMO ESTRATEGIA DE REHABILITACIÓN DE PASTIZALES

RESPONSE OF SHRUB SPECIES TO THE FACILITATIVE EFFECT OF NURSE PLANTS AS STRATEGY FOR REHABILITATION OF RANGELANDS

Luis Lauro de León González¹, Miguel Mellado Bosque², Juan Ricardo Reynaga Valdés¹, Luis Pérez Romero¹, José Duéñez Alanís¹, Sait Juanes Márquez¹ y Jesús Cabrera Hdz.

¹Departamento de Recursos Naturales Renovables y ²Nutrición Animal, UAAAN. Calzada Antonio Narro 1923, Buenvista, Saltillo, Coah., México. CP 25315 *ldeleong@gmail.com

Resumen

El objetivo fue evaluar la respuesta de especies arbustivas al nodricismo como estrategia de rehabilitación de pastizales. Se trabajó en el Rancho Los Ángeles, Mpio. de Saltillo, Coahuila, México. El hojaseén, *Flourensia cernua*, sirvió de planta nodriza y bajo su dosel se plantaron siete especies: *Atriplex canescens* (costilla de vaca), *Atriplex numularia* (numularia), *Agave salmiana* (maguey salmiana), *Agave atrovirens* (maguey manso), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Agave scabra* (maguey áspero) y *Opuntia rastrera* (nopal rastrero), en cuatro orientaciones geográficas: NE, SE, SO y NO, en líneas de 10 arbustos por especie, aplicando abono de borrego a los cinco primeros y se efectuaron cuatro repeticiones. En el testigo no se consideró la nodriza. Evaluamos: Sobrevivencia, cobertura aérea, crecimiento, efecto del abono, fitomasa aérea y orientación geográfica, analizados estadísticamente con el programa estadístico NCSS 12.0.2 y con STATÍSTICA 7.0. *Flourensia cernua* resultó ser un arbusto bueno para establecer otras especies bajo su dosel; la orientación NE fue la mejor en sobrevivencia, crecimiento, cobertura aérea y fitomasa aérea y las especies sobresalientes *A. atrovirens*, *A. scabra* y *O. rastrera*. Las cuatro variables antes citadas fueron superiores al testigo. Hubo mayor sobrevivencia de las especies con abono y la que mejor respondió a él fue *Prosopis glandulosa*. *Flourensia cernua* es una muy buena opción como planta nodriza para rehabilitar pastizales.

Palabras clave: Hojaseén, nodricismo, rehabilitación, pastizales, sobrevivencia, crecimiento

Abstract

The objective was to evaluate the response of shrub species to the facilitative effect of nurse plants as strategy for rehabilitation of rangelands. This study was carried out at Los Angeles ranch, Saltillo county, Coahuila, Mexico. Tarbush (*Flourensia cernua*), served as a nurse plant and seven species were planted under its canopy: *Atriplex canescens* (fourwing saltbush), *Atriplex numularia* (old man saltbush), *Agave salmiana* (giant agave), *Agave atrovirens* (pulque agave), *Prosopis glandulosa* (honey mesquite), *Agave scabra* (rough maguey) and *Opuntia rastrera* (prickly pear cactus), in four geographical orientations: NE, SE, SW and NW, in lines of 10 shrubs for each species, applying sheep manure to the first five; four replications were used. In the control treatment, the nurse plant was absent. We evaluated survival of plants, aerial cover, growth, fertilizer effect, above ground phytomass and geographic orientation. Data were statistically analyzed with the statistical program NCSS 12.0.2 and with STATISTICA 7.0. *Flourensia cernua* was a good shrub to establish other plant species under its canopy. The NE orientation resulted in the highest plant survival, growth, aerial cover and aerial phytomas.

Species with the highest response to the facilitative effect the nurse plants were *A. atrovirens*, *A. scabra* and *O. rastrera*. The four variables previously mentioned were superior in the treatment group than the control. There was greater survival of plant species receiving sheep manure, *Prosopis glandulosa* being the shrub with the highest response. It was concluded that *Flourensia cernua* is a very good option as a nurse plant to rehabilitate rangelands.

Introducción

La demasiada carga animal, el pastoreo continuo, la agricultura excesiva y el uso desmedido y constante de los recursos naturales, han provocado un deterioro de los pastizales. La rehabilitación de un pastizal consiste en la renovación de su capacidad productiva y el nodricismo es una opción para su mejoramiento ya que se presenta una simbiosis entre la planta que se desea establecer y la nodriza, pues bajo su dosel existen los medios adecuados para que las plántulas se desarrollen de una manera más eficiente. Es así que en este estudio evaluamos la sobrevivencia, el crecimiento, la cobertura aérea y la fitomasa aérea de arbustos, con y sin nodriza en las cuatro estaciones del año. También evaluamos la orientación geográfica bajo la nodriza y el efecto del abono de borrego en la sobrevivencia de arbustos.

Materiales y Métodos

El trabajo se efectuó en el Rancho Ganadero Experimental Los Ángeles, propiedad de la UAAAN, ubicado en el Mpio. de Saltillo, Coahuila, México. En otoño de 2011 se plantaron bajo la copa de la nodriza, *Flourensia cernua* (hojasén), siete especies en cuatro orientaciones geográficas, NE, SE, SO y NO, en líneas de 10 individuos por especie y por orientación. Las especies son: *Atriplex canescens*, *A. numularia*, *Agave salmiana*, *A. atrovirens*, *Prosopis glandulosa*, *Agave scabra* y *Opuntia rastrera*. Plantamos 280 individuos en 28 líneas y para el testigo, 10 arbustos por especie, sin nodriza en siete líneas. Los primeros cinco arbustos por línea recibieron excremento de borrego, como abono, en la plantación y, todos un litro de agua. Se evaluaron: sobrevivencia, cobertura aérea, crecimiento, efecto del abono, fitomasa aérea y orientación geográfica. Los primeros cinco parámetros se evaluaron cada estación del año y la fitomasa sólo en otoño. La sobrevivencia se obtuvo al contar los arbustos vivos durante 2015, año de la evaluación. La cobertura aérea se determinó midiendo los diámetros mayor y menor de los arbustos, usando la fórmula de la elipse: $\pi * r_1 * r_2$. Para el crecimiento se midió la longitud de la penca en nopales y la hoja en magueyes y el diámetro del tallo en arbustos. El efecto del abono se logró con la media de la sobrevivencia de las especies que recibieron abono contra las que no lo recibieron. La fitomasa aérea se estimó con la técnica Adelaida (Andrew *et al.*, 1979) y para la orientación geográfica se contaron el número de arbustos sobrevivientes por orientación. **Diseño y Análisis Estadístico - Estadística Descriptiva:** Para evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento, orientación geográfica, efecto del abono y fitomasa aérea se utilizó el programa estadístico NCSS 12.0.2 para obtener las medidas de tendencia central: media, mediana y moda (Moore, 2000) y las de dispersión: desviación estándar y coeficiente de variación. En la **Estadística Comparativa** se usó el criterio de decisión de t-Student como prueba de rango múltiple para conocer la significancia ($= \neq > <$) entre tratamientos; se comparan las medias de los tratamientos con el testigo para cada orientación geográfica y para las estaciones del año, para cobertura aérea (cm²) y crecimiento (cm); para fitomasa aérea (g) sólo en otoño. La sobrevivencia de cada especie se calculó con estadística no paramétrica, en otoño.

Resultados y Discusión

Estadística Descriptiva. Efecto de la orientación geográfica bajo el dosel de la nodriza al final del año (otoño). Cobertura aérea de todas las especies. La orientación mejor fue la NE, con 1.23 veces más que el testigo, mientras que la SE, SO y NO fueron inferiores a éste en 1.07, 1.44 y 1.76 veces, respectivamente (Fig.1). **Crecimiento de todas las especies.** La orientación NE fue la mejor pues superó al testigo en 1.10 veces, pero éste fue superior a la SE, SO y NO en 1.21, 1.27 y 1.57 veces, respectivamente (Fig.2). **Fitomasa aérea de todas las especies:** la NE fue la única que superó al testigo, en 1.02 veces, mientras que la SE, SO y NO fueron inferiores a éste en 1.24, 1.46 y 2.20 veces, respectivamente (Fig.3).

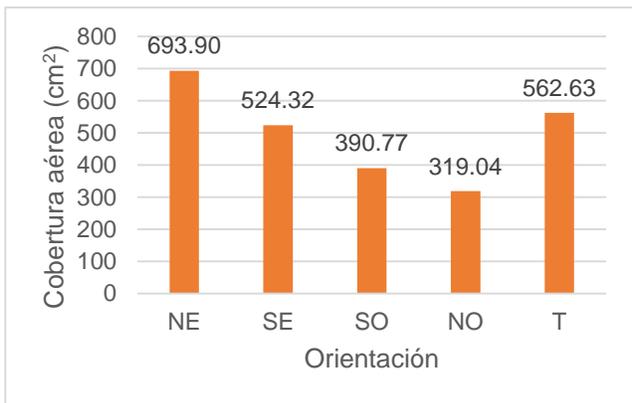


Figura 1. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (6 de noviembre de 2015)

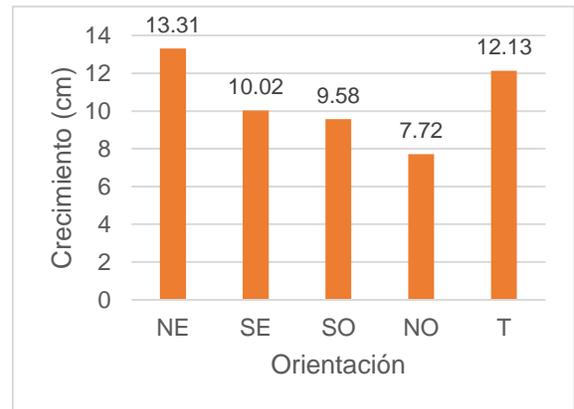


Figura 2. Comparación de medias de crecimiento de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (6 de noviembre de 2015).

Cobertura y crecimiento por especie en la última estación del año. *O. rastrera* es la especie de mayor **cobertura**, con 1453.18 cm², valor superior a lo reportado por León *et al.* (2000; 2011a; 2011b; 2015; 2017) con 57.05, 72.20, 463.02, 905.62 y 320.21 cm². La segunda especie fue *A. atrovirens* con 1373.25 cm², superando a León *et al.* (2008; 2009; 2011a; 2011b; 2015; 2017) que reportaron 198.51, 163.87, 25.06, 1245.57, 754.04 y 392.08 cm². La especie mejor en **crecimiento** fue *A. atrovirens* con 29.12 cm, mayor a lo que registraron León *et al.* (2008; 2011a; 2015; 2017) con 8.57, 13.5, 23.18 y 9.98 cm, respectivamente, pero inferior a León *et al.* (2011b) con 37.64 cm. *O. rastrera* fue la segunda especie mejor, con 27.73 cm, rebasando a León *et al.* (2009; 2011a; 2011b; 2008; 2015; 2017) quienes obtuvieron 3.96, 3.09, 3.13, 4.9, 23.72 y 3.29 cm, respectivamente. Para **fitomasa aérea** (Fig. 4) la especie sobresaliente es *A. atrovirens* con 6,616 g, valor muy superior a lo reportado por León *et al.* (2008; 2009; 2011a; 2011b; 2015; 2017) quienes consignan 52.5, 53.2, 100.91, 513.15, 929.6 y 583.0 g. *O. rastrera*, la segunda especie, produjo 1404 g; León *et al.* (2008; 2009; 2011a; 2011b; 2015; 2017) citan valores menores: 31.97, 47.78, 84.2, 194.47, 1293.6 y 244.0 g. **Efecto del abono sobre el establecimiento de las especies.** *Prosopis glandulosa* es la especie que reaccionó mejor al abono, con 16 veces más que las plantas sin abono, mientras que León *et al.* (2013; 2015; 2017) registraron 4.0, 5.0 y 1.33 veces más, respectivamente. **Estadística Comparativa.**- No existió significancia para tratamientos, orientaciones geográficas, ni estaciones del año, aunque en la NE, en primavera, la cobertura aérea fue 1.27 veces superior al testigo y en la misma orientación, pero

en otoño, el crecimiento fue 1.23 veces mayor al testigo. **Sobrevivencia.-** La orientación NE resultó la mejor con un 44.29 % de sobrevivencia y, las especies sobresalientes *A. atrovirens*, *A. scabra* y *O. rastrera*. León *et al.* (2015; 2017) coinciden con nosotros en la orientación NE (42.85 y 15.71 %, respectivamente) y con las mismas tres especies. No sobrevivió ninguna planta del género *Atriplex* ni de *A. salmiana*.

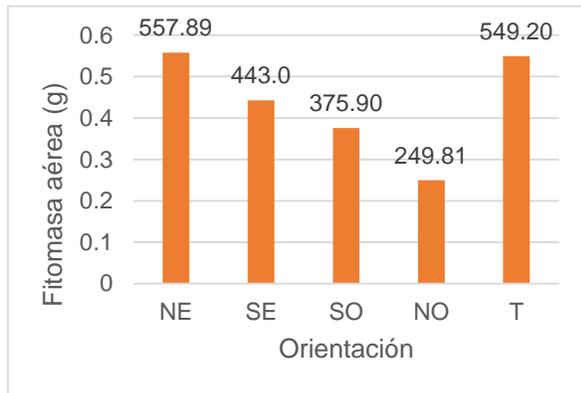


Figura 3. Comparación de medias de fitomasa aérea (g) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (6 de noviembre de 2015)

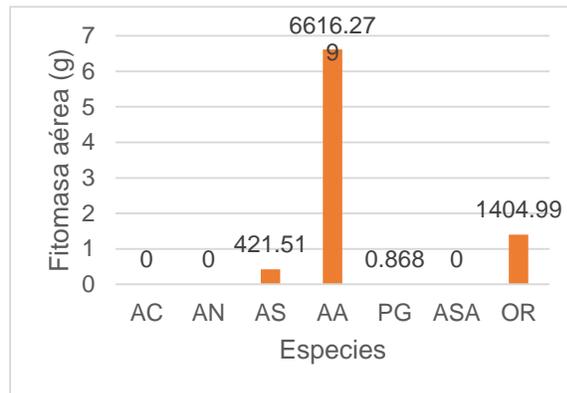


Figura 4. Comparación de medias de fitomasa aérea (g) para cada una de las especies, en la estación de otoño (6 de noviembre de 2015)

Conclusiones

Como nodriza, *Flourensia cernua* es mejor que el testigo para establecer arbustos bajo su dosel. En sobrevivencia, crecimiento, cobertura área, fitomasa aérea y orientación geográfica, la NE fue la mejor orientación y, las especies sobresalientes *A. atrovirens*, *O. rastrera* y *A. scabra*. La sobrevivencia fue superior en arbustos con abono de borrego contra los que no lo recibieron y *Prosopis glandulosa* reaccionó mejor a este tratamiento.

Literatura Citada

- Andrew, N.H., I. R. Noble and R. T. Lange. 1979. A non destructive method for estimating weight of forage on shrubs. *Aust. Rangeland J.* 1 (3): 225-231.
- León G., L.L. de, M. Mellado B., J.R. Reynaga V., L. Pérez R. and G. Cruz M. 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., R. Reynaga V., L. Pérez R., J. Duéñez A., J.B. Altunar P. y J. Cabrera H. 2013. Nodricismo, orientación geográfica y abono como herramientas, en la restauración agroecológica de pastizales. IV Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. XXXIV Aniversario de Ganadería Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. *Memorias del Congreso.* SOMMAP. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.
- León G., L.L. de, M. Mellado B., J.R.Reynaga V., L. Pérez R., J. Duéñez A. y J. G. Coello N. 2015. Hojasén como planta nodriza, en la rehabilitación de pastizales. VI Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP-FM Veterinaria y Zootecnia, UJED. Durango, Dgo., México. p. 466.

- León G., L.L. de, M. Mellado B., J.R. Reynaga V., L. Pérez R., J. Duéñez A. y M.R. Cruz G. 2017. *Larrea tridentata* (gobernadora) como nodriza de arbustos, en la rehabilitación de pastizales. VII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP - Rancho Experimental La Campana. Chihuahua, Chih., México. 5 p.
- León G., L.L. de, M. Mellado B., J.R. Reynaga V., L. Pérez R., A. Ramos P. y J. Cabrera H. 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. 4p.
- 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., 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.
- Moore, S.D. 2000. Estadística aplicada básica. Ed. Antoni Bosch. 2 ed. New York. p. 33-35.

REVEGETACIÓN DEL SOTOBOSQUE EN OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO

UNDERSTORY REVEGETATION ON SOIL CONSERVATION PRACTICES

Héctor Ramírez, Santos J. Sierra, David E. Hermosillo
Campo Experimental La Campana-CIRNOC-INIFAP.

Resumen

La cobertura vegetal ha disminuido en el norte de México donde la disponibilidad del agua es la principal limitante para su establecimiento. Aunque se ha puesto en marcha un plan de conservación de suelo y agua mediante la construcción de bordos de piedra, poco ha servido para promover la revegetación del sotobosque una vez que este tipo de obra se ha saturado con suelo retenido. El objetivo del estudio fue evaluar la revegetación del sotobosque mediante la siembra de semilla de dos especies nativas (*Bouteloua gracilis* y *B. curtipendula*) en bordos de piedra acomodada. El estudio se llevó a cabo en el ejido seis de enero municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua. El diseño experimental consistió de dos parcelas en dos sitios similares (codo vs. Máquina). Cada parcela tuvo tres bloques con cinco tratamientos seleccionados al azar (navajita, navajita + biosólido, banderilla, banderilla + biosólido y testigo). Las variables de densidad y altura de plántulas se analizaron estadísticamente con SAS. La densidad de plántulas de gramíneas fue estadísticamente significativa ($P < 0.0001$) entre sitios. La máquina tuvo una mayor densidad de 17 plántulas dm^2 (D.E. 9 plántulas dm^2) vs. el codo 3 plántulas dm^2 (D.E. 2 plántulas dm^2). La altura de las plántulas de gramíneas ($P = 0.025$) y herbáceas ($P = 0.0002$) fueron mayor con el uso de biosólidos. Los resultados preliminares muestran que la densidad de plántulas depende de la cantidad de lluvia, humedad y temperatura del suelo, mientras que la altura de plántulas depende de nutrientes disponibles con aplicación de biosólidos.

Palabras clave: densidad de plántulas, altura de plántulas, humedad del suelo, temperatura del suelo.

Abstract

Vegetation cover has decreased in north of Mexico where water limits vegetation establishment. Although soil and water conservation practices such as stone bunds have been promoted, revegetation has not been successful where stone bunds are saturated of sediment. The objective of the study was to evaluate understory revegetation with native grasses (i.e., *Bouteloua gracilis* y *B. curtipendula*) along stone bunds. The study was carried out at the ejido seis de enero in Cuauhtemoc, Chihuahua. The experimental design was two plots on two similar sites (codo vs. maquina). Each plot had three blocks and five randomized treatments (blue grama, blue grama + biosolids, sideoats grama, sideoats grama + biosolids and control). The variables density and height (grass and weed seedling) were analyzed with SAS. Grass seedling density was statistically significant ($P < 0.0001$) between sites. La maquina had higher density (17 seedlings dm^2 , S.E. 9 seedlings dm^2) than el codo (3 seedlings dm^2 , S.E. 2 seedlings dm^2). Grass ($P = 0.025$) and weed seedling height ($P = 0.0002$) were taller with biosolids. Preliminary results highlight that density is related to water input, soil moisture and soil temperature, while seedling height is related to available biosolid's nutrients.

Keywords: seedling density, seedling height, soil moisture, soil temperature.

Introducción

La pérdida de suelo es un problema a nivel mundial. En México, los ecosistemas tienen un problema de degradación ligera a grave de alrededor de 87% el cual es considerada como crítica ocasionada mayormente por deforestación, sobrepastoreo y cambios de uso de suelos (SEMARNAT C-P, 2002). Cerca de 40,000 ha son deforestadas en México lo cual afecta la productividad del suelo, así como su capacidad de retención y captura de agua (FAO, 2011). Como resultado a esta problemática, se han creado programas de conservación de suelo y agua con la finalidad de disminuir la pérdida de suelos, aumentar la captación y retención de humedad en suelos y ayudar económicamente a los habitantes mediante la obtención de contratos temporales para construir las obras de conservación de suelo y agua.

Si bien es cierto que las obras para la conservación de suelo y agua se aplican mediante metodologías recomendadas por la CONAFOR (CONAFOR, 2007), pocos esfuerzos se realizan para revegetar el sotobosque una vez que las obras de suelo han cumplido con la función de retener suelo. Con el fin de recuperar ecosistemas con suelos degradados y carentes de nutrientes, se ha utilizado la siembra de gramíneas perenes y la aplicación de biosólidos con resultados prometedores. El uso de biosólidos incorporado al suelo (10 t ha^{-1}) aumentó el crecimiento de las plantas (17 cm) vs. testigo (7 cm) bajo condiciones de sequía (Jurado-Guerra et al., 2011). De igual forma, la producción de forraje del *Bouteloua gracilis* aumento con la aplicación de biosólidos de 2,533 hasta 7,224 kg ha⁻¹ con una dosis de 15 Mg ha^{-1} (Jurado-Guerra et al., 2013). El objetivo del estudio fue evaluar la revegetación del sotobosque en obras de conservación de suelo y agua mediante el uso de gramíneas nativas y la aplicación de biosólidos.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el ejido Seis de Enero en el municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua. La topografía del Ejido está conformada por lomeríos y llanuras aluviales hasta sierras altas con una altura de 2,200 m.s.n.m. El clima es templado, semifrío con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C , precipitación anual entre 400 a 700 mm. La vegetación está compuesta por encino-pino y algunas gramíneas del género *Bouteloua* y *Aristida*.

Se seleccionaron dos parcelas en dos sitios (La Máquina y El Codo) excluidas al pastoreo con vegetación, suelos, pendientes y régimen de precipitación similares. La parcela experimental en el codo tiene un área aproximada de 750 m^2 y la maquina 450 m^2 . A cada parcela experimental se le asignaron tres bloques (bordo de piedra de 30 cm de altura x 30 cm de ancho) con distanciamiento de 15 m entre bloques en dirección perpendicular a la pendiente. Cada bloque se dividió en cinco tratamientos: navajita (N [*Bouteloua gracilis*]), navajita con biosólidos (N+B), banderilla (B [*Bouteloua curtipendula*]), banderilla con biosólidos (B+B) y testigo (T). En los tratamientos con biosólido se utilizó 1 kg (Jurado et al., 2011). Cada tratamiento midió 2 m de largo x 0.6 m de ancho con separaciones de 1 m entre tratamientos por bloque. La siembra de semilla se realizó la tercera semana de junio de 2018 antes de la temporada de lluvia. La semilla se sembró a razón de 3.95 gr de navajita y 6.14 gr de banderilla en la máquina, 4.22 gr de navajita y 5.91 gr de banderilla en el codo. En cada uno de los sitios se instaló un pluviómetro digital (Watchdog 1120) para cuantificar la lluvia recibida durante junio-septiembre de 2018.

Las variables dependientes a analizadas fueron: densidad de zacates y hierbas (número de plántulas dm^2) y altura (cm) de las mismas. Las variables independientes fueron humedad del suelo (%) y temperatura del suelo ($^{\circ}\text{C}$). Para la variable de densidad, se utilizó un cuadrante circular de 20 cm de diámetro (área de 314.16 cm^2) con dos repeticiones por tratamiento. Para la determinación de humedad del suelo (Θ_s) se utilizó un sensor de humedad TDR 300 (Spectrum Technologies Inc.) a una profundidad de 3.8 cm con tres lecturas por tratamiento.

Para la determinación de temperatura del suelo, se utilizó un sensor de temperatura digital TER 100 (Steren) a una profundidad de 3 cm con una lectura por tratamiento.

Las variables de densidad y altura de zacates y hierbas fueron analizadas por tratamiento navajita, navajita + biosólidos, banderilla, banderilla + biosólidos y testigo, bloque (tres) y sitio (maquina vs. Codo) fueron analizadas mediante un ANOVA con modelos generales lineales (PROC GLM, SAS 2002), con comparaciones de media de Tukey, desviación estándar (D.E.) y valor de $P < 0.05$.

Resultados y Discusión

La humedad del suelo fue diferente estadísticamente entre sitios ($P < 0.0001$). La máquina tuvo mayor humedad del suelo 23.11% (D.E. 6.92%) vs. el codo 12.63% (D.E. 2.65%). La temperatura del suelo, fue diferente entre sitios ($P = 0.0030$). Similar a la Θ_s , la máquina tuvo temperaturas del suelo más altas en la máquina 39.34°C (D.E. 3.92°C) vs. el codo 35.55°C (D.E. 4.59°C). En ambas parcelas experimentales, maquina vs. el codo, la textura de los suelos fueron diferentes. La máquina tiene suelos de textura media (ej. Franco Arcillo Arenosos) mientras que el codo tiene suelos de textura gruesa (ej. Arena franco). La capacidad de retención de humedad de un suelo es mayor en aquellos compuestos de textura media vs. textura gruesa debido a que los suelos de textura media tienen cerca del 35-40% de arcilla y $< 50\%$ de arena (Castellanos et al., 2000). De igual manera, la temperatura tiende a ser mayor en suelos compuestos de arcilla y con mayor contenido de Θ_s vs. suelos compuestos de arena y $< \Theta_s$ (Abu-Hamdeh, 2003).

La altura de las plántulas de gramíneas ($P = 0.025$) y herbáceas ($P = 0.0002$ [Figura 1]) fueron diferentes entre tratamientos, donde los tratamientos con biosólidos (N+B y B+B) tuvieron altura de plántulas mayor vs. sin biosólidos (N, B, y T). Similar a nuestros resultados, Jurado et al (2011; 2013) encontró que el crecimiento de las plantas es mayor con biosólidos que aquellos sin biosólidos debido a la absorción de micro nutrientes (ej. Nitratos, P, K) que aportan los biosólidos a las plantas (Potisek-Talavera et al., 2010).

La densidad de plántulas de herbáceas no fue significativa ($P > 0.05$). Sin embargo, la densidad de plántulas de gramíneas fue estadísticamente significativa ($P < 0.0001$) entre sitios (codo vs. máquina). La máquina tuvo una mayor densidad de 17 plántulas dm^2 (D.E. 9 plántulas dm^2) vs. el codo 3 plántulas dm^2 (D.E. 2 plántulas dm^2 [Figura 2]). Es posible que la cantidad de lluvia registrada en la máquina de 183 mm vs. el codo 167.6 mm, mayor temperatura del suelo y mayor humedad del suelo en la maquina hayan influido en el número de plántulas por decímetro cuadrado en el sitio de estudio. En condiciones similares, Garduno et al. (2010) reportó que a mayor temperatura del suelo y mayor humedad del suelo la cobertura vegetación tiende a ser mayor.

Conclusiones

El uso de los biosólidos parece no mostrar ninguna diferencia en densidad de plántulas ya que la mayor densidad de plántulas se ha observado en el sitio donde la humedad y temperatura del suelo tienden a ser mayor. Sin embargo, la altura de la vegetación se ha beneficiado con la adición de biosólidos donde las plántulas registran una altura mayor y una cobertura aérea del 90% (no reportada en este trabajo).

Aunque los resultados son preliminares, el uso de los biosólidos como medio para revegetar el sotobosque mediante la estabilización del suelo, son una alternativa económica para los ejidos o donde se requiera revegetar áreas degradadas, siempre y cuando se excluyan del pastoreo, se aplique la dosis adecuada de biosólidos (1 kg m^2) antes de la temporada de lluvia. De igual manera, el uso de los biosólidos complementa las obras de conservación de suelo y agua donde

la sedimentación es excesiva y se corre riesgo de perder el suelo retenido (ej. sedimentación) una vez que la obra ha cumplido su función de retener suelo.

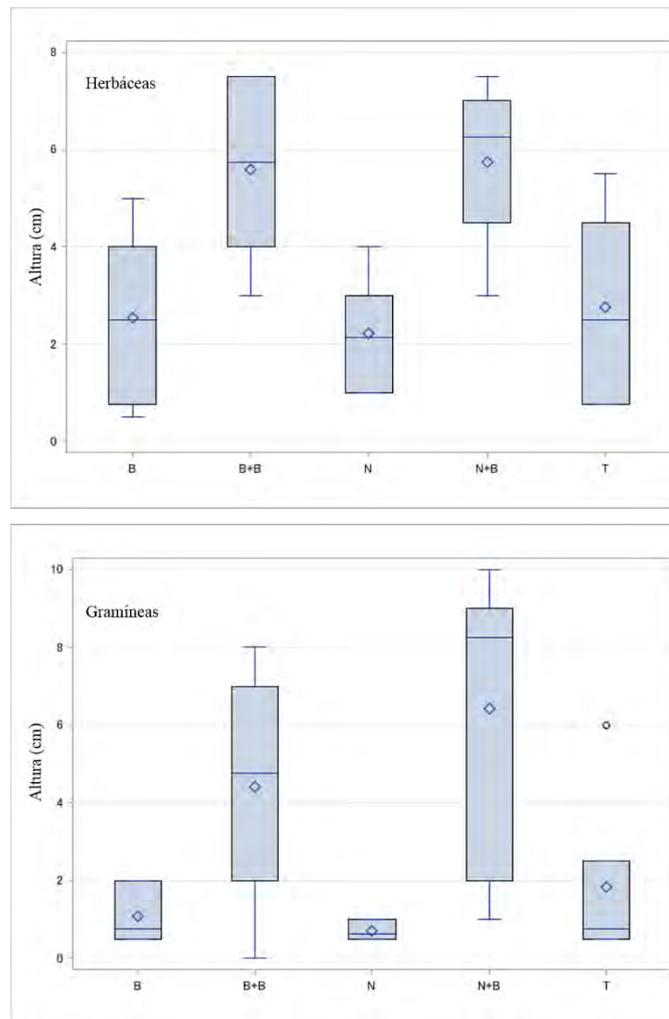


Figura 1. Diagrama de caja de altura de plántulas de gramíneas y herbáceas. Los tratamientos son banderilla (B), banderilla + biosólidos (B+B), navajita (N), navajita + biosólido (N+B) y testigo (T). La caja muestra el 50% de los datos, la línea vertical dentro de la caja representa la mediana y el rombo la media, fuera de la caja el círculo representa valores atípicos, las líneas verticales que salen de la caja son los valores más altos y más bajos.

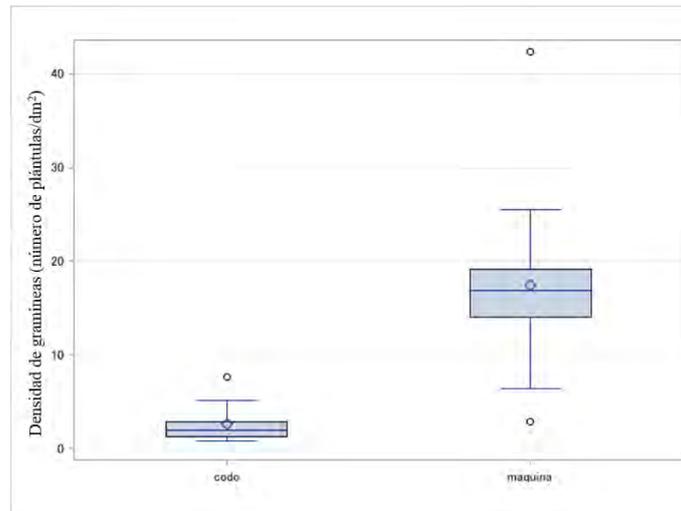


Figura 2. Diagrama de caja de densidad de plántulas de gramíneas.

Literatura Citada

- Castellanos, J.Z., J.X. Uvalle Bueno., y A. Aguilar Santelises. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y agua. Colección Incapa, segunda edición.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. 298 p.
- Garduno, H.R., A.G. Fernald., A.F. Cibils., and D.M. VanLeeuwen. 2010. Response of understory vegetation and soil moisture to infrequent heavy defoliation of chemically thinned juniper woodland. *Journal of Arid Environments*. 74:291-297.
- Jurado-Guerra, P., H. Dominguez-Caraveo., A. Melgoza-Castillo., y C. Morales Nieto. 2011. Emergencia y crecimiento del zacate banderilla con biosólidos en condiciones de sequía. *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*. 57:67.
- Jurado-Guerra, P., M. Luna-Luna., E. Flores-Ancira., and R. Saucedo-Teran. 2013. Residual Effects of Biosolids Application on Forage Production of Semiarid Grassland in Jalisco, Mexico. *Applied and Environmental Soil Science*. 2013:1-5.
- Nidal H. Abu-Hamdeh. 2003. Thermal Properties of Soils as affected by Density and Water Content. *Biosystems Engineering* 86: 97-102.
- Potisek-Talavera, M.C., U. Figueroa-Viramontes., G. González-Cervantes., R. Jasso-Ibarra., e I. Orona-Castillo. 2010. Aplicación de biosólidos al suelo y su efecto sobre contenido de materia orgánica y nutrientes. *Terra Latinoamericana* 28:327-333.
- SEMARNAT y CP (Colegio de posgraduados). 2002. Evaluación de la degradación de la tierra causada por el hombre en la republica Mexicana. Escala 1:250,000. Memoria Nacional Montecillo. 68 p.

MESA DE TRABAJO

ECOLOGIA



MODELO DE PREDICCIÓN DEL ALMACÉN DE CARBONO DEL SUELO EN PASTIZALES DE CHIHUAHUA

MODEL FOR SOIL CARBON STOCK PREDICTION IN CHIHUAHUA GRASSLANDS

Pedro Jurado¹, Martín Juárez², Rubén Saucedo¹, Carlos Morales², Martín Martínez²

¹Campo Experimental La Campana-CIRNOC-INIFAP

²Facultad de Zootecnia y Ecología-UACH

Resumen

El uso de modelos podría ser una alternativa para la estimación del almacén de carbono del suelo en pastizales. El objetivo fue generar un modelo empírico para la predicción del carbono orgánico del suelo (COS) en pastizales de Chihuahua. Se utilizó una base de datos generada en un proyecto de investigación donde se evaluó el COS en 10 sitios de pastizales de los Valles Centrales de Chihuahua. Se recolectaron muestras de suelo que fueron analizadas para materia orgánica a partir de la cuál se estimó el COS. Las variables independientes que se utilizaron incluyeron la cobertura vegetal, precipitación pluvial, temperatura, altitud, densidad aparente del suelo y textura de suelo. Los datos fueron analizados con componentes principales para seleccionar aquellas variables independientes con explicación de la varianza mayor a 0.4. Luego, se realizó un análisis de regresión múltiple con el método de “Stepwise” para encontrar el modelo adecuado y sus parámetros. Los modelos lineal y cuadrático fueron significativos ($P < 0.0001$), incluyendo la cobertura de plantas, la precipitación pluvial y el contenido de arena del suelo como las variables independientes más importantes con $R^2 = 0.629$ y 0.740 , respectivamente. El modelo cuadrático puede ser utilizado para estimar el COS en pastizales, dentro de los rangos de las variables del modelo.

Palabras clave: agostaderos, carbono orgánico, modelo ecológico.

Abstract

Use of models is an alternative for estimation of soil carbon stocks in grasslands. The objective was to generate an empirical model to predict soil organic carbon (SOC) in Chihuahua grasslands. A soil carbon dataset generated in a research study was used where 10 grasslands sites in the Central Valleys of Chihuahua were evaluated. Soil samples were collected and analyzed for organic matter and soil organic carbon. Independent variables used for the model included plant cover, rainfall, temperature, altitude, soil bulk density, and soil texture. Principal component analysis was used to select orthogonal variables that explained variance above 0.4. Then, a Stepwise multiple regression analysis was performed to find an adequate model and their parameters. Linear and quadratic models were significant ($P < 0.0001$), and included plant cover, rainfall, and sand content as the more important independent variables with $R^2 = 0.629$ and 0.740 , respectively. The quadratic model can be used to estimate COS in grasslands, within the ranges of the variables used for the model.

Keywords: rangelands, organic carbon, ecological model.

Introducción

Los pastizales del mundo tienen un gran potencial de captura de carbono hasta 409 millones de ton de CO₂-eq, a través del manejo eficiente del pastoreo (Gerber et al., 2013). El carbono orgánico del suelo (COS) es el principal componente del almacén de carbono de los pastizales (FAO, 2010). Sin embargo, uno de los problemas actuales es la escasez de metodologías para una estimación rápida, económica y confiable del almacén y/o captura de COS en pastizales.

Existen algunos modelos para estimar materia orgánica del suelo en pastizales como el CENTURY donde las variables precipitación, temperatura, textura del suelo y contenido de lignina son importantes (Parton et al., 1987; Parton et al., 1992). Otro modelo ecológico para la predicción de carbono del suelo en pastizales, encontró que las variables profundidad de suelo, contenido de grava del suelo y altitud, son importantes para la predicción de carbono de suelos minerales en pastizales montañosos de Suiza (Leifeld et al., 2005). Garcia-Pausas et al. (2007) generaron un modelo de predicción de carbono del suelo en pastizales de los montes Pirineos en España, incluyendo variables climáticas, de suelo y origen de suelo. Sin embargo, dichos modelos no son aplicables a los pastizales del norte de México por sus condiciones diferentes de clima y suelo. Actualmente, se están desarrollando metodologías para estimar cambios en COS, basadas en las actividades de manejo, para mejorar la confiabilidad en las mediciones de captura de carbono a nivel de paisaje (Gerber et al., 2013).

Los modelos ecológicos se pueden clasificar en dos categorías, la primera es explicar cómo funciona un ecosistema y la segunda predecir algunas variables concretas a través de factores ambientales (Blanco et al., 2013). El presente estudio tiene el objetivo de encontrar un modelo ecológico basado en variables de clima y suelo para la predicción del almacén de carbono en pastizales de Chihuahua.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó con datos de 10 sitios de pastizales de la región semiárida de los Valles Centrales del estado de Chihuahua los cuales fueron seleccionados con un rango amplio de cobertura de pastos forrajeros y condiciones climáticas. Se recolectaron muestras de suelo en parcelas permanentes en los sitios descritos, con un total de 36 muestras por sitio incluyendo muestreo en dos profundidades (0-15 cm y 15-30 cm), dos micro-sitios (suelo desnudo y debajo de una planta de zacate dominante) y dos fechas de muestreo (noviembre 2010 y 2011). Dichas muestras fueron secadas y cernidas de las cuales se obtuvieron 12 muestras compuestas por sitio para análisis de materia orgánica por medio del método de Walkley y Black (Nelson y Sommers, 1982), con un total de 240 análisis. El carbono orgánico del suelo fue estimado asumiendo un contenido de 58% en la materia orgánica. Además, se determinó la textura de suelo. También se estimó la densidad aparente del suelo por el método del cilindro, con tres muestras por sitio. El almacén de carbono en ton C ha⁻¹ se calculó con la siguiente formula:

$$\text{Ton C ha}^{-1} = \% \text{COS} / 100 \times \text{PS (m)} \times 10,000 \times \text{DAS}$$

Donde: Ton C ha⁻¹ = Toneladas de carbono por hectárea, COS = Carbono orgánico del suelo, PS=Profundidad de suelo en m, DAS=Densidad aparente del suelo en ton m⁻³.

Se utilizó el 75% (n=180) de la base de datos para la construcción del modelo y el 25% (n=60) para la validación del modelo. La variable dependiente fue el almacén de carbono (ton C ha⁻¹ a 0.3 m) y las diez variables independientes fueron: cobertura total de plantas (COBTOT), cobertura de pastos forrajeros (COBFORR), temperatura media anual (TMA), temperatura media del verano (TMV del período Junio-Septiembre), precipitación media anual (PMA), precipitación media del verano (PMV del período Junio –Septiembre), altitud (ALT), densidad aparente del suelo (DAS), contenido de arcilla del suelo (ARCILLA) y contenido de arena del suelo (ARENA). Luego se realizaron pruebas para determinar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Los datos fueron transformados a logaritmo natural para cumplir con los supuestos de normalidad. Se realizó un análisis de correlación entre variables para explorar en forma general su grado de asociación. Enseguida se realizó un análisis de componentes principales con PRINCOMP y tomando en cuenta la matriz de correlación entre variables se seleccionaron las variables ortogonales con mayor valor de eigenvalores (0.4 mínimo) en los tres primeros componentes los cuales explicaron un 88% de la variabilidad. Las variables seleccionadas fueron ALT, ARCILLA, ARENA, TMA, PMA, PMV, COBTOT, COBFORR, las cuáles fueron incluidas en un análisis de regresión múltiple con PROC REG, donde se utilizó el método de “Stepwise” para determinar las variables significativas para el modelo (Neter et al., 1996). El análisis mostró que las variables COBTOT, COBFORR, PMA y ARENA fueron significativas (P<0.0001) en el modelo lineal. Enseguida se realizó una prueba del efecto cuadrático el cual salió significativo (P<0.0001), procediéndose a estimar la ecuación cuadrática por medio de “Stepwise” con PROC REG. La validación del modelo se realizó con una prueba de “t”. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa SAS (SAS, 2011).

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se muestran los valores de las variables utilizadas para la construcción de los modelos de regresión múltiple para la predicción de carbono del suelo en pastizales de Chihuahua. Los análisis de correlación se presentan en el Cuadro 2, donde se observa que existe una alta correlación significativa entre la variable de respuesta Ton C ha⁻¹ y la mayoría de las variables predictoras que se incluyeron en el modelo. Todas las variables independientes mostraron una correlación significativa (P<0.05) con la variable dependiente LnTon C ha⁻¹, excepto TMA y TMV. Además, se puede observar un alto grado de asociación entre algunas variables independientes.

Cuadro 1. Estadísticas básicas de las variables predictoras utilizadas para la construcción de ecuaciones para predicción de carbono del suelo en pastizales de Chihuahua.

Variable	Media	Desv. Std.	Minima	Máximo
CobTot	30.6	13.3	7.3	56.2
Cob For	11.4	10.0	0.0	27.2
TMA	15.8	1.8	13.6	18.9
TMV	22.5	1.6	19.6	24.3
PMA	405.6	79.5	281.0	472.0
PMV	331.6	61.6	247.0	395.0
DAS	1.3	0.1	1.1	1.4
ALT	1,720	209.3	1,487	2,150
ARC	19.1	8.2	9.0	38.0
ARE	61.4	11.6	41.0	79.0

Cuadro 2. Correlación entre variables utilizadas para la estimación de ecuaciones de predicción de almacén de carbono en pastizales de Chihuahua.

	LnTonCha*	CobTot	CobFor	TMA	TMV	PMA	PMV	DAS	Altitud	ARC
CobTot	0.27¹									
CobFor	0.59	0.49								
TMA	0.01	0.03	0.03							
TMV	-0.12	0.17	-0.05	0.88						
PMA	0.62	-0.14	0.32	0.23	-0.16					
PMV	0.48	-0.34	0.21	0.14	-0.22	0.92				
DAS	-0.35	0.10	-0.37	0.48	0.70	-0.31	-0.20			
ALT	0.38	-0.06	0.33	-0.71	-0.92	0.43	0.42	-0.76		
ARCILLA	0.36	-0.20	0.23	-0.60	-0.77	0.33	0.23	-0.92	0.84	
ARENA	-0.42	0.17	-0.21	0.60	0.75	-0.37	-0.24	0.84	-0.82	-0.95

*LnTonCha=log natural de Ton de Carbono ha⁻¹; CobTot= Cobertura total de plantas; Cobfor=Cobertura de pastos forrajeros; TMA=Temperatura media anual; TMV=Temperatura media del verano; PMA=Precipitación media anual; PMV=Precipitación media del verano; DAS=Densidad aparente del suelo; ARCILLA=Contenido de arcilla del suelo; ARENA=Contenido de arena del suelo. ¹Correlaciones en negritas son significativas P<0.05.

Las ecuaciones de regresión generadas se muestran en el Cuadro 3. Las ecuaciones consideraron la vegetación presente, la precipitación y el contenido de arena del suelo como las variables apropiadas para los modelos. Similarmente a nuestro trabajo, la precipitación y la textura del suelo, aunque en este caso el contenido de arcilla, son variables altamente correlacionadas con el COS en pastizales (Burke et al., 1989). Leifeld et al. (2005) indican que las variables altitud y porcentaje de arcilla del suelo son las más importantes para la predicción de carbono de suelos minerales en pastizales de Suiza. Otros autores han encontrado la precipitación como variable importante, además de la exposición en modelos de regresión para predecir carbono del suelo en pastizales (García-Pausas et al., 2007). Barancikova et al., (2010) también encontraron el contenido de arcilla del suelo como una variable explicativa fundamental en ecuaciones de predicción de carbono en suelos agrícolas. No se encontró información sobre la cobertura del pastizal como variable utilizada en modelos ecológicos para predecir COS, aunque se ha demostrado que a una mayor cobertura de total de plantas y/o de pastos forrajeros como el navajita (*Bouteloua gracilis*), se incrementa el contenido de carbono del suelo (Medina-Roldán et al., 2008).

La validación del modelo se realizó con el modelo cuadrático y fue satisfactoria, con una correlación de 0.857 y r²=0.743 entre los valores estimados y observados (P>0.253). Se recomienda utilizar este modelo en pastizales similares en cobertura de plantas, precipitación y contenido de arena del suelo.

Cuadro 3. Modelos ecológicos para predecir almacén de carbono (Ton C ha⁻¹ a 0.15 m) en pastizales de Chihuahua.

Modelo	Ecuación	R ²	Pr > F
Lineal	LnTonCha ⁻¹ =1.60109 + 0.01019 COBTOT + 0.01406 COBFOR + 0.00331 PMA - 0.01057 ARENA	0.629	0.0001
Cuadrático	LnTonCha ⁻¹ = 4.94036 + 0.07966 COBTOT - 0.04363 COBFOR - 0.06989 PMA + 0.31834 ARENA - 0.000969 COBTOT ² + 0.00229 COBFOR ² + 0.000095 PMA ² - 0.00282 ARENA ²	0.740	0.0001

LnTonCha⁻¹= Log natural de Ton C ha⁻¹; COBFOR=Cobertura de pastos forrajeros; PMA=Precipitación media anual. ARENA=%arena del suelo; n=180.

Conclusiones

El modelo generado para la predicción del carbono del suelo para los pastizales de Chihuahua, puede servir para la estimación actual y monitoreo del carbono del suelo en pastizales dentro de los límites de las variables incluidas en el modelo. Este modelo, representa un buen inicio en la predicción de carbono del suelo en pastizales para programas de mitigación de impacto ambiental en el norte de México. Se recomienda la afinación de estos modelos con más información de sitios de pastizal con el fin de mejorar la exactitud y precisión de los mismos.

Literatura Citada

- Barancikova, G, J. Halas, M. Gutteková, J. Makovnikova, M. Novakova, R. Skalsky, and Z. Tarasovicova. 2010. Application of RothC model to predict soil organic carbon stock on agricultural soils of Slovakia. *Soil and Water Resources*. 5: 1-9.
- Blanco, J.A. 2013. Modelos ecológicos, descripción, explicación y predicción. *Ecosistemas*. 22(3): 1-5.
- Burke, I.C., C.M. Yonker, W.J. Parton, C.V. Cole, K. Flach, and D.S. Schimel. 1989. Texture, climate, and cultivation effects on soil organic matter content in U.S. grassland soils. *Soil Science Society of America Journal*. 53: 800-805.
- Coleman, K., and D.S. Jenkinson. 2005. RothC-26.3 A model for the turnover of carbon in soil. Model description and windows users guide. Available at http://www.rothamsted.bbsrc.ac.uk/aen/carbon/mod26_3_win.pdf
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2010. Challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland systems. A technical report on grassland management and climate change mitigation. Rome, Italy.
- García-Pausas, J., P. Casals, L. Camarero, C. Hugué, M.T. Sebastián, R. Thompson, Joan Romanya. 2007. Soil organic carbon storage in mountain grasslands of the Pyrenees: effects of climate and topography. *Biochemistry*. 82: 279-289.
- Gerber, P.J. H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci, and G. Tempio. 2013. Tackling climate change through livestock-A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Leifeld, J., S. Bassin, J. Fuhrer. 2005. Carbon stocks in Swiss agricultural soils predicted by land-use, soil characteristics and altitude. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 105: 255-266.
- Medina-Roldán, E., Arredondo, J.T., Huber-Sannwald, E., Chapa-Vargas, L., Olalde-Portugal, V., 2008. Grazing effects on fungal root symbionts and carbon and nitrogen storage in a shortgrass steppe in central Mexico. *J. Arid Environ*. 72, 546-556.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: A.L. Page, R.H. Miller, y D.R. Keeney, editors. *Methods of soil analysis, Part 1*, 2nd ed. Agronomy Monograph No. 9. American Society of Agronomy. Madison, Wis. USA.
- Neter, J., M.H. Kutner, C.J. Nachtsheim, and W. Wasserman. 1996. *Applied linear regression models*, 3rd ed. Irwin. Chicago, Ill.
- Parton, W.J., B. McKeown, V. Kirchner, and D.S. Ojima. 1992. *CENTURY User's Manual*. Colorado State University, NRE L Publication, Fort Collins, Col. USA.
- SAS. 2011. SAS v. 9.3. SAS Institute. Cary, N.C., USA.

EFFECTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA EN MÉXICO

GLOBAL WARMING EFFECT ON ALFALFA PRODUCTION IN MEXICO

Guillermo Medina¹, Francisco G. Echavarría¹, José A. Ruiz², Víctor M. Rodríguez³

¹INIFAP Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac., Mex.

²INIFAP Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Km 8 Carr. Tepatitlán-L. de Moreno, Tepatitlán, Jal., Mex.

³INIFAP Campo Experimental Pabellón, Carr. Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga, Ags., Mex.

Resumen

La alfalfa es el principal cultivo forrajero en México en cuanto a superficie sembrada con 583,561 ha, lo que representa 57.1%, mientras que los cultivos forrajeros maíz, avena y sorgo representan el 42.9 %. El objetivo de este estudio fue estimar el impacto del calentamiento global como resultado del cambio climático, con base en escenarios climáticos futuros, sobre la producción de alfalfa en áreas potenciales en condiciones de riego en México. Para ello, anomalías de temperatura y precipitación del período 2021-2080 fueron usadas. Las anomalías se estimaron con un ensamble de 11 modelos de circulación general. Las áreas con potencial productivo de alfalfa se estimaron al considerar clima de referencia y escenarios climáticos futuros enfocados a dos rutas representativas de concentración (RCP) de gases de efecto invernadero (GEI). Los resultados sugieren incremento de la temperatura y su influencia sobre la reducción de las áreas con potencial productivo alto, situación que se agrava conforme se avanza hacia el futuro, con una reducción de 24.7% en el año 2070 en la RCP 4.5 con respecto al clima de referencia. Resultados similares, pero con mayor disminución en la superficie con potencial productivo se encontraron en la RCP 8.5. Un efecto diferenciado fue estimado dependiendo de la región de cultivo. Debido a su alta demanda de agua, el cultivo de alfalfa puede ser sustituido por otros cultivos menos demandantes como maíz. Los resultados podrían utilizarse en el diseño de estrategias para adaptar el cultivo a los efectos del cambio climático en las áreas productoras de alfalfa.

Palabras clave: *Medicago sativa*, cambio climático, potencial productivo, RCP, México.

Introducción

El cultivo de la alfalfa bajo condiciones de riego es el principal cultivo forrajero en México en cuanto a superficie sembrada con 583,561 ha (2006-2015), lo que representa 57.1%, mientras que los cultivos forrajeros maíz, avena y sorgo representan el 42.9 %. Este cultivo es uno de los más consumidores de agua, con requerimientos hídricos entre 1,200 y 1800 mm anuales aproximadamente (Villanueva et al., 2001) lo cual lo hace muy dependiente de la disponibilidad de agua de riego. Además de la vulnerabilidad a las condiciones del clima, existe la incertidumbre de la influencia del cambio climático en el rendimiento y producción de esta leguminosa en los años por venir.

Actualmente el cambio climático representa uno de los principales problemas que enfrenta la agricultura, debido a las alteraciones que causa en los patrones climáticos y por tanto en la agroclimatología relacionada con el manejo de las actividades agrícolas. El incremento de temperatura causado por el aumento en la concentración atmosférica de los gases efecto

invernadero (GEI) (IPCC, 2014), propicia entre otras cosas la desecación de muchas regiones debido al aumento de la evaporación y de la modificación de los patrones de lluvia.

Se han desarrollado diversos estudios para identificar las áreas o zonas donde se pudiera realizar con mayor probabilidad de éxito y con mayor rentabilidad la producción de cultivos, también llamado potencial productivo (Medina et al., 2009), sin embargo, el incremento en la temperatura que puede tener efectos positivos o negativos en el potencial productivo de los cultivos (Medina-García et al., 2016).

La alfalfa es una especie que tiene un amplio rango de adaptación. Dependiendo del ambiente donde se desarrolle, el efecto del cambio climático puede afectarla de manera positiva, negativa o no tener ningún efecto. Diversos estudios han demostrado la gran variabilidad de respuesta de la alfalfa al cambio climático (Ruiz et al., 2011; Izaurre et al., 2011). El objetivo de este estudio fue estimar el impacto del cambio climático en escenarios climáticos futuros, sobre las áreas potenciales de alfalfa de riego en México.

Materiales y Métodos

Un modelo ensemble se integró a partir del valor de la mediana de 11 modelos de circulación general (MCG) reducidos en escala y calibrados (Walton et al., 2013) y pertenecientes al CMIP5 (Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5) reportados en la 5ª entrega del IPCC, los cuales fueron obtenidos a partir de información del portal de datos de Cambio Global de WorldClim.

El ensemble se generó considerando dos rutas representativas de concentración (RCP) de gases efecto invernadero, esto es, con dicho fin se utilizaron un RCP de emisiones intermedias (4.5) consistente con un futuro con reducciones de emisiones relativamente ambiciosas y un RCP de emisiones altas (8.5) coherente con un futuro sin cambios de política para reducir las emisiones (Van Vuuren et al., 2011).

Los valores mensuales del ensemble de los 11 modelos de las variables temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación de los años 2021 a 2080, para los escenarios 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080, en adelante referidos como climas o años 2030, 2050 y 2070, respectivamente, fueron usados. El clima base del periodo 1961-2010 del sistema de información climática del INIFAP fue utilizado. Imágenes temáticas raster con una resolución de 30" arco, correspondientes a los valores mensuales de las tres variables del clima base y de los escenarios fueron generadas.

La segunda parte del estudio consistió en la estimación del potencial productivo, el cual se basa en los requerimientos agroecológicos de las especies (Medina et al., 1997). Las áreas con potencial productivo para el cultivo de alfalfa en condiciones de riego fueron obtenidas. Las áreas potenciales se obtuvieron para el clima base y los tres escenarios climáticos en los RCP 4.5 y 8.5.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presentan las superficies con potencial de producción de alfalfa en condiciones de riego, para las condiciones climáticas actuales y para los climas 2030, 2050 y 2070, en dos rutas representativas de concentración de gases de efecto invernadero. La superficie potencial obtenida es independiente del uso actual del suelo agrícola, es decir, no necesariamente esa superficie está disponible para sembrar alfalfa en condiciones de riego.

La superficie de alto potencial de alfalfa de riego disminuye conforme se avanza hacia el futuro en los años 2030, 2050 y 2070 en el RCP 4.5, con respecto a las condiciones climáticas promedio o actuales, pasando de 5,389,719 ha en el clima actual a 4,058,779 ha en el año 2070. De igual manera

el potencial productivo medio disminuye hacia el futuro, pasando de 3,160,165 ha en el escenario actual a 2,267,566 ha en el año 2070 (Figura 1).

Cuadro 1. Superficie con potencial productivo alto y medio de alfalfa de riego en las condiciones climáticas actuales y los escenarios climáticos 2030, 2050 y 2070 en los RCP 4.5 y 8.5.

RCP	ESCENARIO CLIMÁTICO	POTENCIAL PRODUCTIVO	
		ALTO	MEDIO
4.5	Actual	5,389,719	3,160,165
	2030	4,940,739	2,754,646
	2050	4,294,163	2,626,868
	2070	4,058,779	2,267,566
8.5	2030	4,735,023	2,586,661
	2050	4,006,668	2,079,239
	2070	3,126,862	1,962,538

Comportamiento similar ocurre en el RCP 8.5, solo que la disminución de las superficies es mayor con respecto al escenario actual, pasando el potencial productivo alto de 5,389,719 a 3,126,862 ha, una reducción de 42.0% de la superficie y el potencial medio disminuye su superficie de 3,160,165 hasta 1,962,538 ha, un porcentaje de 37.9%, en el año 2070.

La reducción de la superficie con potencial productivo alto y medio puede deberse básicamente al aumento de la temperatura media anual en los diferentes escenarios climáticos, tal como se ha encontrado en otros estudios en México en los ambientes cálidos donde se produce alfalfa (Santamaría et al., 2000) debido a que un aumento de la temperatura puede reducir su producción. La temperatura media del escenario actual en las áreas de alto potencial es de 19.9°C, mientras que en los climas del RCP 4.5 es de 20.9, 21.9 y 22.4°C, es decir, incrementos de 1.0, 2.0 y 2.5°C, respectivamente

La superficie con potencial productivo alto para los diferentes escenarios climáticos, en algunos de los principales estados productores de alfalfa en México se ve afectada de diferente manera de acuerdo a las condiciones de la región. En regiones templadas actuales la superficie con potencial podría aumentar en el futuro, pero en otras regiones podría disminuir.

A corto plazo (2030), solo en la región más caliente donde se cultiva alfalfa (estados de Baja California y Sonora) disminuirá la superficie con potencial productivo alto en 17.8 y 60.0% en el RCP 4.5, respectivamente, y 40.1 y 69.7% en el RCP 8.5, respectivamente.

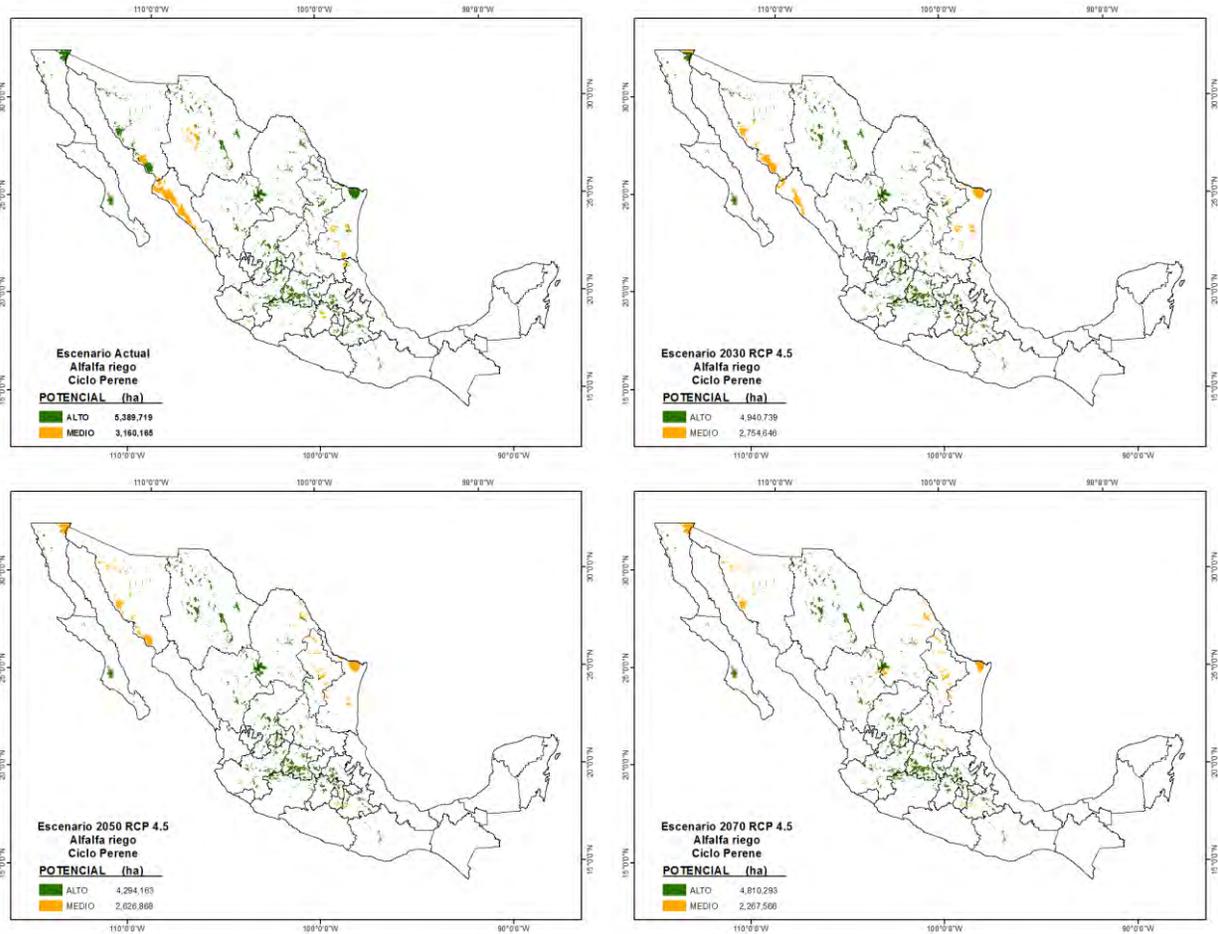


Figura 1. Potencial productivo de alfalfa de riego en las condiciones climáticas actuales promedio y los climas 2030, 2050 y 2070 en el RCP 4.5.

La disminución de la lluvia y el aumento de la temperatura en los años futuros pueden provocar mayores niveles de evapotranspiración, debido a lo cual los cultivos sufrirán más por falta de humedad en su balance hídrico (Ruiz et al., 2011; IPCC, 2014). Comparando el cultivo de alfalfa con otros cultivos forrajeros como el maíz, el primero es mucho más demandante de agua, 1350 mm anuales en promedio, mientras que el segundo tiene una demanda de agua de 550 mm en el ciclo. Es de esperarse que en los años por venir el cultivo de la alfalfa paulatinamente será sustituido por otros cultivos menos demandantes de agua como maíz y soya debido a las reducciones de agua para riego.

Conclusiones

El calentamiento global como efecto del cambio climático del Siglo XXI puede tener un efecto negativo en la viabilidad del cultivo de alfalfa en las áreas agrícolas de riego de México, ya que se espera que la superficie de alto potencial para esta especie descienda sostenidamente del año 2030 al año 2070, tanto en el escenario RCP 4.5 como en RCP 8.5. Sin embargo, si los patrones de emisiones de gases de efecto invernadero evolucionan hacia una RCP 8.5, la factibilidad del cultivo de alfalfa podría ser más afectado, ya que la reducción de superficie de alto potencial sería mayor que en el escenario RCP 4.5.

Pasando de una visión nacional a una visión estatal, lo previsible es un efecto diferenciado del cambio climático; estados donde la superficie potencial para el cultivo de alfalfa podría ser más afectada negativamente en el futuro son Baja California, Sonora y la región de La Laguna en Coahuila y Durango; mientras que otros estados del centro del país prácticamente no experimentarían efectos negativos; esto último podría ocurrir en Guanajuato e Hidalgo, incluso en Chihuahua se prevé un aumento de la superficie potencial para el cultivo de alfalfa.

La alfalfa es una especie muy demandante de agua y se cultiva en condiciones de riego con un déficit promedio de 63.9% con respecto al requerimiento hídrico en la superficie sembrada. Aunado a que para el escenario 2050 se prevé una reducción promedio de la precipitación de 7.2%, el déficit de agua disponible podría aumentar, por lo que en un futuro cercano el cultivo de la alfalfa puede ser sustituido por otros cultivos menos demandantes como es el de maíz.

Los resultados de este estudio pueden servir de base en el diseño de estrategias para enfrentar el cambio climático en las áreas productoras de alfalfa de riego en México, como pudiera ser la generación de nuevas variedades que se adapten a temperatura y evapotranspiración mayores o diseñar una nueva composición de los patrones de cultivos forrajeros en las áreas de riego del país.

Literatura Citada

- IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Izaurrealde RC, Thomson AM, Morgan JA, Fay PA, Polley HW, Hatfield JL. 2011. Climate Impacts on Agriculture: Implications for Forage and Rangeland Production. *Agron J*;(103):371–381. doi:10.2134/agronj2010.0304.
- Medina GG, Ruiz CJA, Martínez PRA, Ortiz VM. 1997. Metodología para la determinación del potencial productivo de especies vegetales. *Agricultura Técnica en México*;23(1):69-90.
- Medina GG; Zegbe DJA, Mena CJ, Gutiérrez LR; Reveles HM; Zandate HR; Ruiz CJA.; Díaz PG; Luna FM. 2009. Potencial productivo de especies agrícolas en el distrito de desarrollo rural Zacatecas, Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas, Calera de V. R., Zacatecas., México. Publicación Técnica No. 3. 209 p.
- Medina-García G, Ruiz-Corral JA, Rodríguez-Moreno VM, Soria-Ruiz J, Díaz-Padilla G, Zarazúa-Villaseñor P. 2016. Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México. *Rev Mex Cienc Agríc. (Pub. Esp. Núm. 13)*:2465-2474.
- Ruiz CJA, Medina GG, Ramírez DJL, Flores LHE, Ramírez OG, Manríquez OJD, Zarazúa VP, González EDR, Díaz PG, Mora OC. 2011. Cambio climático y sus implicaciones en cinco zonas productoras de maíz en México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc. (Pub. Esp. Núm. 2)*:309-323.
- Santamaría CJ, Núñez HG, Medina GG, Ruiz CJA, Tiscareño LM, Quiroga GMH. 2000. Evaluación del modelo EPIC para estimar el potencial productivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en diferentes ambientes ecológicos de México. *Técnica Pecuaria en México*. 38(2):151-161.
- Van Vuuren, DP, Edmonds J, Kainuma M, Riahi K, Thomson A, Hibbard K, Hurtt GC, Kram T, Krey V, Lamarque JF, Masui T. 2011. The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*. 109(1):5-31.
- Villanueva DJ; Loredo OC, Hernández RA. 2001. Requerimientos hídricos de especies anuales y perenes en las zonas media y altiplano de San Luis Potosí. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental Palma de la Cruz. Folleto Técnico No. 12. 25 p.
- Walton D, Meyerson J, Neelin JD. 2013. Accessing, Downloading, and Viewing CMIP5 Data. Earth System Grid Federation. pp. 25.

**COMPOSICIÓN BOTÁNICA DEL MUNICIPIO DE SOMBRERETE, REGIÓN
NOROESTE DEL ESTADO DE ZACATECAS, MÉXICO.**

**BOTANICAL COMPOSITION OF THE MUNICIPALITY OF SOMBRERETE,
NORTHWEST REGION OF THE STATE OF ZACATECAS, MEXICO.**

Erica G. Hernández¹ y Ramón Gutiérrez²

*¹CUCBA-Universidad de Guadalajara, ²Campo Experimental Zacatecas-INIFAP
gutieram@hotmail.com*

La región noroeste del estado de Zacatecas, se caracteriza por contar con variedad de condiciones climáticas, edáficas y de amplitud altitudinal, lo cual permite mantener una elevada diversidad de especies de flora. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición florística de la región, tomando como punto de referencia al municipio de Sombrerete. Se seleccionaron localidades representativas a lo largo del municipio para realizar la presente investigación. Mediante la técnica de Línea de Canfield modificada a “punto de pie”, se determinó la composición botánica y la cobertura vegetal, se realizaron colectas de los ejemplares para su identificación y se elaboró un listado florístico, realizando un total de 28 transectos de 100 metros. El resultado fue la determinación de la presencia de 40 familias, 103 géneros y 151 especies. Las familias con mayor diversidad en los sitios de estudio fueron Asteraceae (28 géneros y 44 especies), Poaceae (11 y 16) y Fabaceae (7 y 14). En la familia Asteraceae el género *Sanvitalia* es el que se registró con mayor frecuencia (114 individuos), en Poaceae el género *Bouteloua* (576) y en Fabaceae el género *Mimosa* (134). Con respecto a la cobertura vegetal, de un total de 2800 lecturas, 2598 corresponden a plantas, lo cual representa el 92.7% de cobertura vegetal basal, con materia orgánica existió 0.07% de protección al suelo y 7.1% de la superficie fue registrada como suelo desnudo.

Palabras Clave: Inventario, Flora, Línea de Canfield, Sombrerete, Zac.

ÁREAS DE EXCLUSIÓN, UNA HERRAMIENTA DE MEJORA DEL PASTIZAL

EXCLUSION AREAS, A RANGELAND IMPROVEMENT TOOL

Ramón Gutiérrez¹, Erica G. Hernández², Sonia Gutiérrez³, Daniel Rodríguez⁴, y Alexa E. Gutiérrez².
¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, ²CUCBA-Universidad de Guadalajara, ³CUCSH-Universidad de Guadalajara, ⁴UAMVZ-Universidad Autónoma de Zacatecas
gutierrez.ramon@inifap.gob.mx

Resumen

En la región de Salaverna, del municipio de Mazapil, Zacatecas, en una subcuenca denominada “Las Majadas”, perteneciente a la subcuenca RhP31 de la Región Camacho-Gruñidora, el tipo de vegetación del área de estudio es bosque latifoliado con presencia de pastos forrajeros como: Banderilla y Navajita azul. En el ecotono entre bosque de pino y matorral micrófilo, se excluyó en el año 2015 un área de 0.5 ha para evaluar la respuesta de la vegetación al descanso de la defoliación por ganado. Se presenta información del segundo año de evaluación. Los resultados observados indican que existe una producción de forraje de 2.5 veces más dentro que fuera del área excluida al pastoreo.

Palabras clave: Exclusión al pastoreo, producción de forraje, ecotono bosque latifoliado y matorral micrófilo.

Introducción

Los ecosistemas áridos y semiáridos, representados por vegetación arbustiva y herbácea son de gran valor para sustentar la ganadería (PNUMA, 2007). Estos ecosistemas generalmente padecen problemas de aridez, los cuales comparten un problema común: la fragilidad del equilibrio en los ecosistemas y la baja producción animal.

En los pastizales del semiárido mexicano existe una carga animal inapropiada causante de un deterioro de sus recursos naturales. Afectando negativamente la sostenibilidad y productividad del ecosistema (Comerón, 1999; Orestis *et al.* 2015). Por su uso inadecuado los pastizales, tienden en general a estar sobrepastoreados, reflejando el mal manejo en grandes pérdidas del suelo y del agua de lluvia y un alarmante decremento en la disponibilidad de forraje; por otra parte, con alta intensidad de pastoreo, al perderse la producción de forraje gradualmente se incrementan las pérdidas de ganado y se incrementan los costos de suplementación particularmente en años secos (Holechek, 1988).

Serna y Echavarría (2002), en un área de exclusión determinaron que existe beneficio en la mejora de variables físicas del suelo de un matorral en el centro del estado de Zacatecas. Reportan los autores que el sistema de manejo que presentó las menores pérdidas de suelo fue una combinación de nopal rastrero y variedades, que con 2,000 plantas/ha se lograron las menores pérdidas de suelo y que la exclusión gradual de pequeñas áreas en complemento a un sistema de pastoreo menos intenso, deberá considerarse en las áreas de explotación comunal como una opción para iniciar la rehabilitación de los agostaderos.

Echavarría *et al.* (2004), determinaron que la mayor conservación del suelo ocurre en áreas de exclusión al pastoreo. Observando además que la mayor producción de forraje en base

seca fue mayor dentro de áreas excluidas al pastoreo contra áreas utilizadas por el ganado hasta en 50% más de forraje (803 y 121 kg MS/ha).

El efecto de la ganadería sobre los recursos naturales ha sido ampliamente documentado, su efecto en hábitat de fauna también es evidente. En Baja California Sur, el pastoreo extensivo ha alterado las áreas naturales. Estas actividades han afectado a las poblaciones de mamíferos, lo que produce variaciones positivas o negativas en las diferentes especies de roedores (Ortega-Rubio et al., 1993; Cortés-Calva, 1997). Santillán (2000) documentó que los impactos de grandes herbívoros destruyen madrigueras por el pisoteo del ganado, la compactación del suelo y la competencia directa por el recurso alimenticio e indirectamente en la alteración de la estructura y composición de especies vegetales.

La exclusión del ganado en áreas de pastizal aparece como uno de los métodos más útiles para el análisis de los efectos que los herbívoros tienen sobre la comunidad vegetal (Wesche et al. 2010; Collard et al. 2010), así como el efecto que la exclusión de los herbívoros pueda tener sobre el crecimiento y reproducción de las plantas (Baraza et al. 2007).

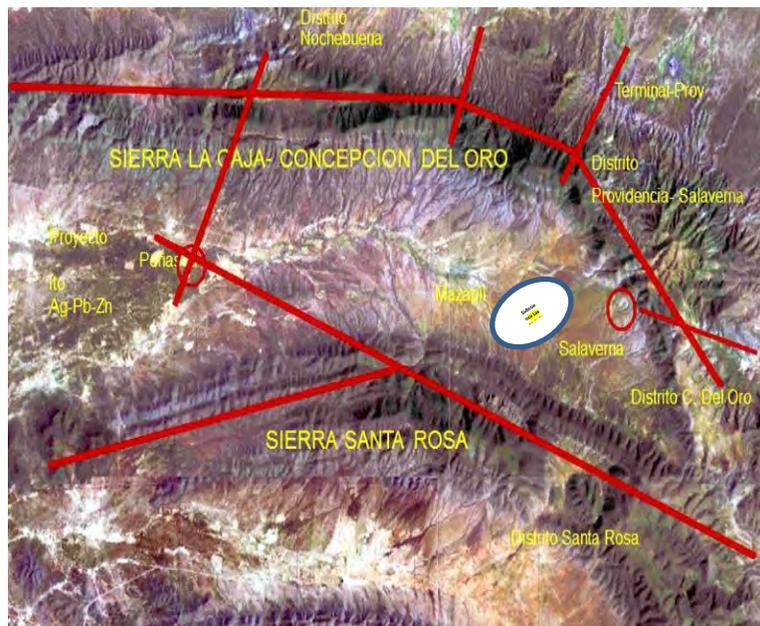
Cruz y Aguirre (1992), determinaron que una estrategia de mejora de la condición de los pastizales de Oaxaca, Méx., es la regulación de la intensidad del pastoreo, enfatizando que el descanso es fundamental para mejorar la condición del suelo y vegetación, para lo cual sugieren el uso de áreas de exclusión. El objetivo de este trabajo fue evaluar las áreas de exclusión al pastoreo como herramienta de mejora de condición del pastizal.

Materiales y Métodos

Se recabaron datos de campo en la región de Salaverna y Mazapil, Zacatecas (Figura 1), ubicado geográficamente a los 101° 36' de longitud y 24° 18' de latitud, con una altura de 2230 msnm. El tipo de suelo se clasifica como "arcillo-arenoso".

Se excluyó al pastoreo un área de 0.5 ha (por tres años "2014-2017"), se localiza en una subcuenca denominada "Las Majadas" de 60 ha, perteneciente a la subcuenca RhP31 de la Región Camacho-Gruñidora, la cual abastece el acuífero de Cedros y Nazas-Aguanaval, el tipo de vegetación es bosque latifoliado con presencia de pastos forrajeros como: Banderilla (*Bouteloua curtipendula Michx. Torr.*) y Navajita azul (*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths).

La producción de materia seca se determinó a través del uso de cuadrantes de 1.0 m² dentro del área excluida (DAE) al pastoreo, los cuales fueron puntos fijos mientras que fuera del área excluida (FAE) fueron cuadrante distribuidos al azar, el número de ellos son cuatro DAE y FAE respectivamente. El muestreo de forraje se cortó a nivel del suelo al final de la estación de lluvias (octubre del 2017), donde el promedio de lluvia de dos estaciones del municipio indica la precipitación de 381 mm acumulados.



Con el rendimiento estimado de producción de materia seca forrajera se determinó que fuera del área de exclusión hubo un rendimiento de 166.7 kg MS m⁻², lo cual indica que se requieren 26.99 ha UA⁻¹ año⁻¹. DAE hubo mayor rendimiento de forraje el cual se estimó en 408.8 kg de MS m⁻², por lo que se requieren 11 ha UA⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 1).

La respuesta observada de la capacidad de carga se manifiesta en la diferencia aún bajo las mismas condiciones ambientales, lo cual implica que el uso moderado de la vegetación del pastizal si responde favorablemente a los estímulos de defoliación a que se sometan las plantas, aunado a las condiciones de precipitación acumulativas a través del tiempo. En consecuencia la exclusión al pastoreo, simula un descanso de tierras de pastoreo lo cual debería de implementarse en pastizales deteriorados como una opción a la recuperación de la condición.

Cuadro 1. Producción de materia seca forrajera (g m⁻²) y carga animal en la localidad de Mazapil, Zacatecas.

	FUERA DE ÁREA DE EXCLUSIÓN	DENTRO DE ÁREA DE EXCLUSIÓN
Rendimiento de forraje en base seca	16.67	40.88
Carga Animal Ajustada por UA en 12 meses	17.00 ha *	6.93 ha *

Fuente: *Hectáreas requeridas para el consumo ajustado al 60% del forraje disponible.

Conclusiones

Con el uso de áreas de exclusión en este estudio, permitió contrastar el efecto de la defoliación continua contra el descanso, ya que al observar el rendimiento de forraje en base seca (Cuadro 1), este fue mayor a dos veces cuando fue excluido el ganado. Para fines de recuperación de la condición del pastizal es importante implementar el descanso, particularmente donde existe potencial.

Literatura Citada

- Baraza, E. y A. Valiente-Banuet. 2008. Seed dispersal by domestic goats in a semiarid thornshrub of Mexico. *Journal Arid Environments* 72:1973-1976.
- Collard A., L. Lapointe, J. P. Ouellet, M. Crête, A. Lussier, C. Daigle y S. D. Côté. 2010. Slow responses of understorey plants of maple-dominated forests to white-tailed deer experimental exclusion. *Forest Ecology and Management* 260:649-662.
- Cortés-Calva, P. 1997. Sinopsis de la Biología y ecología reproductiva de tres especies de heterómidos en áreas de matorral sarcocaula, Baja California Sur. México. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cruz C., E. y R. Aguirre R. 1992. The common rangeland of Titepec: A typical case of environmental deterioration in Northwest of Oaxaca. pp. 1-11. In: *Proceedings of the 1992 International Rangeland Development Symposium*. Society for Range Management. Spokane, WA.
- Echavarría Ch. F.G., G.G. Medina, R.L. Gutiérrez y A.P. Serna. 2004. Identificación de áreas susceptibles de reconversión de suelos agrícolas hacia agostadero y su conservación en el ejido Pánuco, Zacatecas. *Téc. Pecu Méx*; 42(1)39-53.
- Serna P.A., y F.G. Ch. Echavarría. 2002. Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I. Pérdidas de suelo. *Téc Pecu Méx* 2002;40(1):37-53.
- Santillán, O. H. 2000. Estudio del microhábitat de heterómidos de matorral sarcocaula, en La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura. ENEP-Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ortega-Rubio, A., H. Romero-Schmidt, S. Arguelles-Méndez, R. Coria Benel y F. Solis- Marin. 1993. Livestock exclusion: consequences on nocturnal rodents in Baja California Sur. *Revista Biológica Tropical*, 41:907-909.
- Wesche, K., K. Ronnenberg, V. Retzer y G. Miede. 2010. Effects of large herbivore exclusion on southern Mongolian desert steppes. *Acta Oecologica* 36:234-241.

VARIABILIDAD FENOTÍPICA Y GENÉTICA DE POBLACIONES DE PASTO NAVAJITA (*Bouteloua gracilis*) DEL NORTE DE MÉXICO.

PHENOTYPIC AND GENETIC VARIABILITY OF BLUE GRAMA (*Bouteloua gracilis*) POPULATIONS FROM THE NORTHERN MEXICO.

Morales NCR^{1*}, Álvarez HA², Villarreal GF¹, Corrales LR¹, Pinedo AA¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. ²Campo Experimental La Campana, CIRNOC-INIFAP. *cnieto@uach.mx

Introducción

La degradación de pastizales en América del Norte, que se debe principalmente al cambio climático, el pastoreo excesivo, entre otras causas, provoca la pérdida de los recursos genéticos de las especies de pastos en los ecosistemas áridos (Kharrat-Souissi *et al.*, 2014). Este fenómeno ha producido una caída significativa en los productos y servicios generados por estos ecosistemas, como la productividad ganadera, la infiltración de agua y el secuestro de carbono (Chaplot *et al.*, 2016). Por lo tanto, se ha convertido en un problema de una importancia ecológica y económica significativa. Una alternativa para restablecer la estabilidad ecológica y la productividad de estas comunidades es la reforestación (Barr *et al.*, 2017.). En tal práctica, es ideal usar especies nativas con una importancia agronómica y ecológica. Ese es el caso pasto navajita (*Bouteloua gracilis*). El pasto navajita se considera la especie de pasto más importante en las praderas del sur de los Estados Unidos y el norte de México (Moreno-Gómez *et al.*, 2012). Esto se debe a sus amplias distribuciones, resistencia al estrés hídrico y su excelente calidad de forraje (Ordóñez *et al.*, 2017). Debido a eso, la grama azul es una de las especies más utilizadas para fines de restauración de pastizales (Butterfield y Wood, 2015). A pesar de ser la especie con mayor importancia agronómica y dada la gran diversidad de ambientes donde se puede utilizar el pasto navajita; solo hay una variedad desarrollada en México (Morales *et al.*, 2009, Beltrán *et al.*, 2010). Luego, la mayor parte de la semilla de grama azul utilizada para la restauración a nivel nacional es importada. Una desventaja es que los genotipos traídos pueden no adaptarse a las condiciones locales (Corrales *et al.*, 2016; Alvarez *et al.*, 2017). Además, puede inducir efectos negativos en el flujo de genes entre los grupos de genes locales, remanentes e importados (McKay *et al.*, 2005). Por lo tanto, es importante desarrollar nuevas variedades nativas a partir de genotipos locales, que podrían tener una mejor capacidad de adaptación a las condiciones regionales. Esto podría minimizar el riesgo de fallas de establecimiento en los programas de resiembra (Whalley *et al.*, 2013). Un programa de mejoramiento de plantas para desarrollar nuevas variedades usa una referencia de la diversidad genética de la especie. La diversidad de forraje puede caracterizarse morfológica o genéticamente. Por un lado, la caracterización morfológica se puede utilizar para seleccionar genotipos sobresalientes basados en rasgos agronómicos. Sin embargo, diferenciar genotipos basados únicamente en características fenotípicas puede ser riesgoso porque podría confundir los efectos ambientales con los genéticos (Morales *et al.*, 2016). Por otro lado, las caracterizaciones genéticas, es decir, a través de marcadores moleculares, se han utilizado para estimar diferencias genéticas, sin complicación de las interacciones genotipo-ambiente (Arnao *et al.*, 2008). En lugar de ser sustitutivas, las caracterizaciones morfológicas y genéticas son complementarias. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue caracterizar la diversidad morfológica y genética de las poblaciones de grama azul recolectadas en varios lugares en el estado de Chihuahua, México. Esto podría servir para seleccionar genotipos con alto potencial de productividad de forraje y generar nuevos conocimientos sobre la diversidad genética de grama azul local.

Materiales Y Métodos

Durante el verano de 2006, se recolectaron 123 ecotipos de 41 poblaciones de pasto navajita en el estado de Chihuahua. En cada población, se extrajeron tres plantas con un diámetro de macollo de 2.5 cm junto con sus raíces y fueron trasplantadas en el Campo Experimental La Campana (INIFAP). El experimento se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado. La topografía de sitio es plana, con suelo de origen aluvial y textura franco arenosa. El sitio presenta un clima cálido, temperatura de 16.5 °C y precipitación anual de 355 mm. Al cuarto año (2009) del establecimiento se realizó la caracterización fenotípica, donde se evaluaron los descriptores morfológicos: altura de follaje (cm), altura de planta (cm), densidad de tallos, diámetro del macollo (mm), ancho de hoja (mm), longitud de hoja (cm), longitud de inflorescencia (cm), longitud de espiga (cm), ancho de espiga (mm), número de espigas, diámetro de macollo (cm) y rendimiento de forraje (g planta⁻¹). Se evaluó tres plantas por cada población de manera individual y los valores obtenidos fueron promediados por población.

Para la caracterización genética se utilizó la técnica del Polimorfismo en la Longitud de Fragmentos Amplificados (AFLP) y se realizó en una planta por población. La extracción del ADN se realizó por medio del Kit comercial DNeasy® Plant Mini Kit de Qiagen y los marcadores AFLP mediante el kit AFLP template de LI-COR Biosciences, siguiendo las indicaciones del fabricante. La separación de los fragmentos se realizó en por electroforesis en geles de acrilamida (6.5%) Los datos morfológicos se analizaron a través del análisis de componentes principales y conglomerado. Los grupos formado se compararon mediante análisis de varianza multivariante (MANOVA) y contrastes ortogonales. Los datos moleculares se sometieron a un análisis de conglomerado mediante el coeficiente de similitud genética de Dice y el método de agrupamiento UPGMA). Los formados por este análisis se compararon a través de un análisis de varianza molecular (AMOVA) y la prueba no paramétrica de Friedman ($\alpha=0.05$) (SAS, 2006).

Resultados y Discusión

El análisis del componente principal (ACP) mostró que los tres primeros componentes principales (PC) explicaron el 74% de la variación total. Las variables de mayor correlación ($p < 0.0001$) con el CP1 fueron altura del follaje ($r = 0.68$), altura de planta ($r = 0.73$), número de tallos ($r = 0.75$), longitud de inflorescencia ($r = 0.66$), diámetro de macollo ($r = 0.80$) y rendimiento de forraje ($r = 0.86$). Por otro lado, el diámetro de tallo ($r = -0.81$), ancho de hoja ($r = -0.68$) y número de espigas ($r = -0.53$) presentaron una mayor ($p < 0.001$) correlación con el CP2. El análisis de conglomerados formó tres grupos ($R^2 = 0.77$) (Gráfica 1), los cuales fueron significativamente diferentes ($p < 0.0001$) entre sí, de acuerdo al MANOVA. Estos resultados permitieron identificar poblaciones sobresalientes en atributos relacionados con la productividad de forraje. Estas poblaciones fueron la N75, N146, N646 y N695, recolectadas en los municipios de Valle de Allende, Bachiniva, Chihuahua y Namiquipa, respectivamente. Este resultado concuerda investigaciones previas donde a través de caracterizaciones fenotípicas han podido identificar materiales forrajeros sobresalientes, en otros pastos utilizados para rehabilitación de pastizales como son el Buffel (*Pennisetum ciliare*) y Klein (*Panicum coloratum*) (Garduño *et al.* 2015; Armando *et al.* 2015).

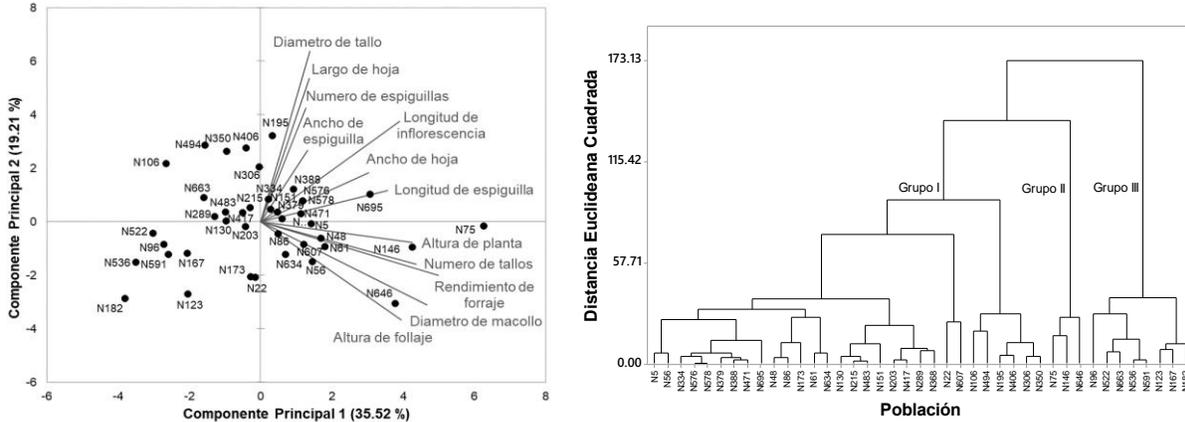


Figura 1. A) Distribución de la diversidad morfológica en función de los dos primeros componentes principales y B) dendrograma Ward de 41 poblaciones de pasto navajita (*Bouteloua gracilis*), obtenidos de la evaluación de doce variables.

El análisis AFLP, basado en cuatro combinaciones de iniciadores, detectó un total de 186 bandas, donde el 74.4% de ellas (143 bandas) eran polimórficas. Las distancias genéticas entre poblaciones variaron desde 0.6 hasta 0.9 (Coeficiente Dice). El análisis de conglomerados basado en datos moleculares separó las poblaciones en cuatro grupos diferentes (Bootstrap = 75); no obstante, el grupo IV fue formado por una sola población (Bootstrap = 100) (Gráfica 1). El AMOVA reveló diferencias ($p < 0.0001$) entre los grupos, aunque la partición de la variación total de AFLP mostró que el 63.6% de la variación estaba presente dentro de grupos y solo 36.3% estaba entre grupos; sin embargo, la prueba de Friedman mostró que todos los grupos eran diferentes ($p < 0.0001$). La prueba de Mantel reveló una correlación significativa ($p < 0.0001$) entre la matriz de distancia para los datos de AFLP y los datos morfológicos; no obstante, esta correlación fue moderada ($r = 0.31$). En general se presentó amplia variabilidad fenotípica y genética, lo cual señala que existe gran diversidad genética de pasto navajita en el norte de México. Este resultado concuerda con lo reportado para el pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*), especie del mismo género que el navajita que también es de suma importancia para la ganadería y se utilizada para rehabilitar pastizales degradados. En esta especie, Morales *et al.* (2016) encontraron gran diversidad fenotípica y genética, lo cual permitió identificar genotipos sobresalientes en atributos agronómicos.

Las poblaciones N75, N146, N646 y N695 mostraron un mayor potencial productivo y, además, presentaron considerables distancias genéticas con el resto de las poblaciones. Por lo tanto, estas poblaciones pueden ser consideradas para generar nuevas variedades de pasto navajita que puedan ser incluidas en futuros programas de rehabilitación de pastizales.

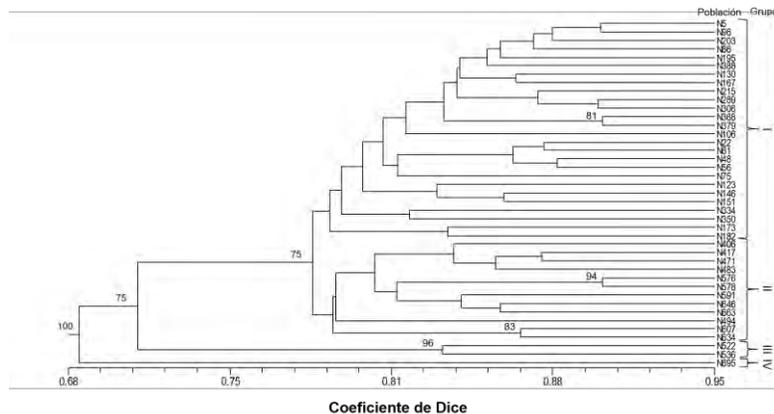


Figura 2. Dendrograma UPGMA de 41 poblaciones de pasto navajita (*Bouteloua gracilis*), obtenido a través del coeficiente de similitud genética Dice de 186 marcadores AFLP.

Conclusiones

Los recursos de pasto navajita recolectados presentaron una gran diversidad fenotípica y genética. La correlación significativa entre la diversidad morfológica y molecular sugiere que algunas de las diferencias fenotípicas encontradas pueden haber sido influenciadas por la variabilidad genética. Esta riqueza genética representa una oportunidad para realizar mejoramiento de plantas en esta especie. Con base en sus atributos sobresalientes, las poblaciones N75, N146, N646 y N695 pueden seleccionarse para ser incluidas tanto en programas de fitomejoramiento como en programas de rehabilitación de pastizales.

Literatura Citada

- Álvarez-Holguín, A., C. Morales-Nieto, R. Corrales-Lerma, A. Melgoza-Castillo y G. Méndez-Zamora. 2017. Germinación de genotipos de pasto banderita (*Bouteloua Curtipendula*) bajo diferentes presiones osmóticas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 4:161-168.
- Armando, L.V., M.A.Tomás, A.F. Garayalde, A.D. Carrera. 2015. Assessing the genetic diversity of *Panicum coloratum* var. makarikariense using agro-morphological traits and microsatellite-based markers. *Ann of Appl Biol*. 167:373-386.
- Arnao, E.A., Y. Jayaro, P. Hinrichsen, C. Marín y L. Pérez. 2008. Marcadores AFLP en la evaluación de la diversidad genética de variedades y líneas élites de arroz en Venezuela. *Interciencia*. 33:359-364.
- Barr, S., J. Jonas, M. Paschke. 2017. Optimizing seed mixture diversity and seeding rates for grassland restoration. *Restoration Ecology* 25:396-404.
- Beltrán, L.S., D. García, A. Hernández, O. Loredó, M. Urrutia, E. González, V. Gámez. 2013. "Banderilla Diana" *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 4:217-221.
- Butterfield, B.J., T. Wood. 2015. Local climate and cultivation, but not ploidy, predict functional trait variation in *Bouteloua gracilis* (Poaceae). *Plant Ecology*. 216:1341-1349.
- Corrales, L.R., C. Morales, A. Melgoza, J. Sierra, J. Ortega y G. Méndez. 2016. Caracterización de variedades de pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] recomendadas para rehabilitación de pastizales. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 7:201-211.
- Chaplot, V., P. Dlamini, P. Chivenge. 20016. Potential of grassland rehabilitation through high density-short duration grazing to sequester atmospheric carbon. *Geoderma*. 271:10-17.
- Garduño, V.S., H.R. Rodríguez, A. Quero, J. Enríquez, G. Hernández, H. Pérez. 2015. Evaluación morfológica, citológica y valor nutritivo de siete nuevos genotipos y un cultivar de pasto *Cenchrus ciliaris* L., tolerantes a frío. *Rev Mex Cienc Agríc*. 6:1679-1687.

- Kharrat-Souissi, A, S. Siljak-Yakovlev, A. Brown, A. Baumel, F. Torre, M. Chaieb. 2014. The polyploid nature of *Cenchrus ciliaris* L.(Poaceae) has been overlooked: new insights for the conservation and invasion biology of this species—a review. *The Rangeland Journal*. 36:11-23.
- McKay, J.K., C. Christia, S. Harrison, K. Rice. 2005. “How local is local?” A review of practical and conceptual issues in the genetics of restoration. *Restoration Ecology*. 13:432–440.
- Morales, N.C., C. Avendaño, A. Melgoza, K. Gil, A. Quero, P. Jurado, M. Martínez. 2016. Caracterización morfológica y molecular de poblaciones de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) en Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 7:455-469.
- Morales, N.C., P. Madrid, A. Melgoza, S. Martínez, G. Arévalo, Q. Rascón, P. Jurado. 2009. Análisis morfológico de la diversidad del pasto navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.], en Chihuahua, México. *Técnica Pecuaria en México*. 47:245-256.
- Morales. N.C., C. Avendaño, A. Melgoza, K. Gil, A. Quero, P. Jurado y M. Martínez. 2016. Caracterización morfológica y molecular de poblaciones de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) en Chihuahua, México. *Rev Mex Cienc Pecu*. 7:455-469.
- Moreno-Gómez, B., E. García-Moya, Q. Rascón-Cruz, G. Aguado-Santacruz. 2012. Crecimiento y establecimiento de plántulas de *Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths y *Eragrostis curvula* var. conferta Stapf bajo un régimen simulado de lluvia. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 35:299-308.
- Ordóñez, B. P., R. González, S. Aguado, C. Rascó, A. Conesa, B. Moreno, R. Echavarría, V. Domínguez. 2017. Identification of miRNA from *Bouteloua gracilis*, a drought tolerant grass, by deep sequencing and their *in silico* analysis. *Comput Biol Chem*. 66:26-35.
- SAS, Institute Inc. 2006. SAS 9.1.3 User’s guide. Cary, NC, USA.
- Whalley, R.D., I. Chivers, C. Waters. 2013. Revegetation with Australian native grasses a reassessment of the importance of using local provenances. *The Rangeland Journal*. 35:155-166.

EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LA VERMICOMPOSTA PRODUCIDA A PARTIR DE EXCREMENTO OVINO

EVALUATION OF PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF THE VERMICOMPOSTA PRODUCED FROM THE OVINE EXCREMENT

J. Martin Méndez¹, Rómulo Bañuelos¹, Carlos Meza¹, Daniel Rodríguez¹, Francisco G. Echavarría², Lucía Delgadillo³

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ²Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, ³Unidad Académica de Biología

Resumen

Se determinaron las características físico – química de vermicomposta producidas por la lombriz *Eisenia foetida* “roja californiana” a partir de cuatro mezclas orgánicas. Los sustratos se prepararon con excremento ovino combinado con esquilmos agrícolas, en recipientes plásticos se inoculó 1kg de cada tratamiento, con una densidad de siembra de 150 lombrices maduras por recipiente, el periodo de adaptación fue de un mes, iniciando el 06 de junio, los muestreos se obtuvieron a los 30, 45, 60 y 90 días de iniciados los tratamientos, cada uno con tres repeticiones. Se determinó pH, Conductividad Eléctrica, Densidad Aparente, Nitrógeno total, porcentaje de Cenizas, materia orgánica, Carbono Orgánico Total, relación Carbono – Nitrógeno, Fosforo y Potasio. Resultó significativa ($P < 0.05$) la interacción del pH con el tiempo, con un inicio en valores alcalinos y una tendencia a volverse neutro al final del tiempo, lo mismo ocurrió con la conductividad eléctrica al mostrar un descenso de los valores conforme finaliza el estudio, se incrementó el nitrógeno en los cuatro tratamientos y se mostró una disminución del porcentaje de la materia orgánica, similar al decrecimiento del carbono orgánico total, por lo tanto la relación carbono nitrógeno es baja, El contenido de fosforo asimilable del producto final en las vermicompostas fue bajo y el potasio incrementa a través del tiempo, esto último se asocia a los valores obtenidos del contenido de ceniza, que mostraron diferencias ($P < 0.05$) y que representa el contenido de minerales, se concluyó que las características físico químicas a las variables de respuesta fueron mejores en el tratamiento 4.

Palabras clave: Abonos Orgánicos, Vermicomposta, Residuos Sólidos Orgánicos.

Introducción

A nivel mundial, la urbanización y el aumento constante de la población humana ha dado como resultado la generación de una gran cantidad de desechos. Estos desechos han llevado a una serie de desafíos ambientales, sociales y económicos especialmente en los países en desarrollo (Onwosi *et al.*, 2017).

Los problemas más importantes que actualmente enfrenta la agricultura en general son la erosión y la pérdida de fertilidad de los suelos, lo que provoca una serie de daños en la salud del ecosistema, como la salinización de los suelos, la lixiviación de sustancias fitotóxicas y el escurrimiento de nitratos y fosfatos a mantos acuíferos y a cuerpos de agua superficiales, la degradación del suelo y la consecuente reducción en la capacidad para proveer alimento (Hernández-Rodríguez, 2010). Generalmente los residuos sólidos orgánicos (RSO) son considerados un problema para el productor, ya que se desconocen alternativas para darle un uso apropiado, en algunos casos, su manejo inadecuado y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de

contaminación (Ramos y Terry, 2014). En respuesta al incremento en la producción de desechos generados por las diferentes actividades antropogénicas se han desarrollado tecnologías que permiten reciclar y reutilizar la gran mayoría de estos desechos; obteniéndose en muchos casos, productos con un valor agregado por su característica de ser amigables con el ambiente (Michael *et al.*, 2012). El tratamiento de los RSO se ha convertido en una pieza clave dentro de la búsqueda de alternativas contra el severo impacto ambiental, social y económico. Una de las prácticas más utilizadas y considerada como Biotecnología, es la vermicultura, ya que ayuda a disminuir los excedentes de residuos orgánicos en nuestro planeta, combinando la acción de lombrices y microorganismos que aceleran la descomposición de la materia orgánica, generando diferentes clases de usos, uno de los más conocidos es la vermicomposta, utilizada como abono orgánico (Angélica y González, 2007). La vermicultura es una tecnología basada en la cría intensiva de lombrices para la producción de vermicomposta a partir de un sustrato orgánico, es un proceso de descomposición natural, similar al composteo termofílico, pero en éste el material orgánico, además de ser atacado por los microorganismos existentes en el medio natural, también lo es por el complejo sistema digestivo de la lombriz (Peraza-Gómez, 2005). Actualmente se presenta como la mejor alternativa para reciclar residuos sólidos orgánicos de diversas fuentes, incluyendo residuos de cocina, hasta lodos residuales de grandes ciudades; transformándolos en un abono de calidad, que brinda al cultivo elementos nutritivos más solubles y disponibles que el material que le dio origen y además, se genera una biomasa animal de alto valor proteico que puede ser utilizada tanto en la alimentación animal como humana (Michael *et al.*, 2012). Por lo anterior el propósito fue evaluar las características físico - químicas de la vermicomposta obtenida a partir del excremento de ovino, utilizando la lombriz “roja californiana” (*Eisenia foetida*) y se plantea que las características físico - químicas de la vermicomposta obtenida a partir del excremento de ovino, serán las mejores, las utilizadas en el tratamiento que contenga todos los ingredientes.

Materiales y Métodos

Ubicación: el experimento se llevó a cabo en la unidad académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas ubicada en la carretera panamericana tramo Zacatecas-Fresnillo, km 31.5 El Cordovel, Gral. Enrique Estrada Zacatecas a 22° 58' de latitud norte y 102° 30' de longitud oeste, presenta clima seco y semiseco cuya altitud sobre el nivel medio del mar es de 2,150 m

Diseño experimental: El estiércol ovino y la materia orgánica seleccionada, se sometieron a un proceso de precompostaje por el método de pila o montón, aplicándoles riegos y volteos periódicos para permitir la estabilización de temperatura y pH, además de su aireación y la pérdida del exceso de humedad. Se prepararon cuatro sustratos a base de estiércol ovino combinado con desechos de materia orgánica en las siguientes proporciones: 60% estiércol ovino + 40% alfalfa (60:40%) (T1a), 60% estiércol ovino + 40% paja de frijol (60:40%) (T2f), 60% estiércol ovino + 40% rastrojo de maíz (60:40%) (T3r) y 61% estiércol ovino + 13% alfalfa + 13% paja de frijol + 13% rastrojo de maíz (61:13:13:13%) (T4 a f r). Se utilizaron recipientes de plástico de 55 cm de largo, 36 cm de base y 25 cm de lado en los cuales se inoculó 1kg del tratamiento correspondiente, Se usó la lombriz *Eisenia foetida*, la cual se colocó con una densidad de siembra de 150 lombrices por recipiente. Las lombrices utilizadas fueron individuos que presentaron la estructura clitelar formada. El riego se realizó cada 3 días para mantener la humedad de los criaderos; el periodo de adaptación fue de un mes, iniciando el 06 de junio, los muestreos se obtuvieron a los 30, 45, 60 y 90 días, para cada uno se manejaron tres repeticiones (Michael *et al.*, 2012).

Métodos de análisis: El pH fue determinado con un potenciómetro sobre aproximadamente 50 g de pasta saturada del material y luego de 1 h de reposo, se filtró y se recogió el líquido en el cual además se midió la conductividad eléctrica.(Durán & Henríquez, 2007), la densidad aparente se determinó por el método descrito en la NMX-FF-109-SCFI-2007. La cuantificación de nitrógeno amoniacal se realizó por espectrofotometría de acuerdo a (Broderick y Kang, 1980). Los porcentajes de materia orgánica, carbono orgánico total y porcentaje de cenizas se obtuvieron por medio de calcinación atendiendo la norma NMX-FF-109-SCFI-2007. El porcentaje de fósforo se obtuvo por la técnica de Olsen NOM – 021 – SEMARNART – 2000, la cantidad de potasio se obtuvo con la técnica de (Osicka y Giménez, 2004) .

Análisis estadístico: Los datos obtenidos de cada determinación, fueron analizados mediante un análisis de medidas repetidas (SAS, 2011).

Resultados y Discusión

El pH depende del material o mezcla de materiales que se vermicomposteo, es un buen indicador, de la marcha del proceso, y suele seguir una secuencia regular (Acosta-Durán *et al.*, 2013). Hay una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). Para esta variable, según la etapa de maduración de la materia en descomposición, se presentó una tendencia a disminuir a medida que el material madura y se estabiliza; los primeros tres tratamientos mostraron valores alcalinos durante la primera fecha, posteriormente conforme paso el tiempo tienden a mostrar una disminución hacia neutralidad al fin del ensayo, contrario del tratamiento 4 que mantuvo valores neutros a lo largo del periodo evaluado; este comportamiento es ideal, pues una enmienda orgánica con un pH neutro ayuda a la disponibilidad de los nutrientes y evita la formación de complejos químicos insolubles dentro de la vermicomposta (Michael *et al.*, 2012). Las mediciones de Conductividad Eléctrica (CE) decrecen notoriamente en todos los tratamientos conforme pasa el tiempo hasta el final del experimento mostrando diferencias ($P < 0.05$). Dado que los valores de CE están asociados al contenido de sales, la disminución se explica por el lavado de sales provocado por la aplicación de agua que se hace continuamente para mantener la humedad (Camiletti, 2016). Los valores encontrados en el experimento con respecto a la densidad aparente se mantienen dentro de los mencionados en la norma oficial mexicana NMX- FF-109- SCFI-2007, que sugiere que cuanto mayor sea la densidad aparente menor será el espacio poroso para el movimiento del agua y el aire, crecimiento y penetración de las raíces y por lo tanto el desarrollo de las plantas. En cuanto a la determinación de nitrógeno total, los valores obtenidos fueron incrementándose gradualmente en los cuatro tratamientos a través del periodo de estudio y mostraron sus valores más altos en la última fecha, siendo el tratamiento 4 el que obtuvo valores mayores. Este incremento está relacionado con la mineralización de la materia orgánica, la cual al transformarse, incrementa el contenido total de N, lo que corresponde a las condiciones observadas en el sistema de vermicompostaje (Castillo *et al.*, 2010), En teoría la materia orgánica debe ir descendiendo debido a la acción de las lombrices y microorganismos que actúan sobre esta, por lo que, el porcentaje de MO muestra una disminución al finalizar el trabajo, esta disminución en el contenido de MO al final del proceso está asociada a la mineralización de los residuos orgánicos por parte de la lombriz y los microorganismos presentes en el medio (Michael *et al.*, 2012). Las diferencias ($P < 0.05$) exhiben al tratamiento 2 como el de menor contenido inicial y el que, al final del estudio mantiene los valores más bajos de MO. Es deseable que exista la mineralización, pero también es deseable mantener valores altos de MO para aumentar un efecto de residualidad en el suelo, lo que asegura disponer de sus cualidades físicas y químicas por mayor tiempo, como lo muestran los tratamientos

1, 3 y 4, respectivamente, Existe también una correspondencia con el contenido de Carbono orgánico, el que muestra diferencias ($P < 0.05$), y mantiene el mismo patrón de disminución que la MO, por ser parte de la misma, durante el proceso de vermicompostaje, una fracción de la materia orgánica contenida en los residuos se mineraliza, por lo que los valores de carbono orgánico total, y por tanto la relación C/N se reducen de forma notable (Compostela *et al.*, 2010), tal como resulta en el ensayo, una relación carbono-nitrógeno baja; lo que indudablemente, es una de las ventajas que presenta el humus de lombriz, El contenido de fósforo asimilable del producto final de la vermicompostas fue más bajo que el encontrado por otros autores. (Castillo *et al.*, 2010) menciona que el incremento del contenido de fósforo (P) se debe al hecho de que las lombrices ingieren grandes cantidades de P con materia orgánica, que es digerida por el intestino y acentuada por actividad microbiana significativa, lo que resulta en un alto contenido de P en lo que se excreta. Sin embargo, los resultados de este trabajo no coinciden con algunos reportes. Una explicación a este decremento es que no se determinó Fósforo total el cual tiende a incrementarse y en cambio el fósforo asimilable tiende a disminuir. En lo que respecta al contenido de Potasio, no hubo diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos, sin embargo, se presenta un incremento en su contenido a través del tiempo, sobresaliendo el tratamiento 1 del resto. Al igual que menciona (Lalander *et al.*, 2015) Las concentraciones de potasio se incrementan durante el proceso de vermicompostaje, al igual que los valores obtenidos en este ensayo, mostrando valores en aumento conforme pasa el tiempo y la materia madura y se estabiliza.

Conclusiones

Por lo anteriormente expuesto se acepta la hipótesis planteada y se confirman que la mejor mezcla orgánica, obtenida a partir del excremento de ovino, utilizando la lombriz “roja californiana” (*Eisenia foetida*) es la del tratamiento 4 (a f r), que es la que contiene todos los ingredientes.

Literatura Citada

- Acosta-Durán, C. M., Solíz-Pérez, O., Villegas-Torres, O. G., & Cardoso-Vigueros, L. (2013). precomposteo de residuos orgánicos y su efecto en la dinámica poblacional de *Eisenia foetida*. *agronomía costarricense*, 37(1), 127–139.
- Angélica, i., & González, g. (2007). incremento en la eficiencia de la cosecha de lombriz (*Eisenia foetida*) en lombricompostaje de rso en esquema productivo. *revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 1–19.
- Broderick and Kang. 1980. animal nutrition laboratory
- Camiletti, j. (2016). estudio del vermicompostaje de compost de residuos orgánicos de distinta naturaleza.
- Castillo, h., Dominguez, d., & Ojeda, d. (2010). effect of californian red worm (*Eisenia foetida*) on the nutrient dynamics of a mixture of semicomposted materials, 70(september), 465–473.
- Compostela, s. de, Lazcano, c., & Lores, m. (2010). degradación del bagazo de uva: efectos sobre en las primeras etapas del proceso. *acta zoológica mexicana*, (12), 397–408.
- Durán, l., & Henríquez, c. (2007). caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *agronomía costarricense*, 31(1), 41–51.
- Hernández-Rodríguez, o. (2010). abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *tecnociencia* ..., iv(1), 1–6. retrieved from http://www.ecosdeltajo.org/descargas/recursos/abonos_organicos_y_su_efecto_en_las_propiedades_fisicas_quimicas_biologicas_del_suelo.pdf <http://www.inegi.org.mx/>
- Lalander, c. h., Komakech, a. j., & Vinnerås, b. (2015). vermicomposting as manure management strategy for urban small-holder animal farms - kampala case study. *waste management*, 39, 96–103. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.009>
- Michael, a., Hernandez, p., & Marciano, l. (2012). sustratos orgánicos assessment of the quality of humus produced by

- eisenia andrei , based on three organic como respuesta al incremento en la producción de desechos ge-nerados por las diferentes actividades antropogénicas se han desa-rrollado tecnología, 46(3), 263–282.
- Norma Mexicana. nmx-ff-109-scfi-2007. humus de lombriz (lombricomposta) – especificaciones y métodos de prueba
- Norma Oficial Mexicana nom- 021- semarnat- 2000. especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis
- Onwosi, c. o., Igbokwe, v. c., Odimba, j. n., Eke, i. e., Nwankwoala, m. o., iroh, i. n., & Ezeogu, l. i. (2017). composting technology in waste stabilization: on the methods, challenges and future prospects. *journal of environmental management*, 190, 140–157. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.051>
- Osicka, r. m., & Giménez, m. c. (2004). determinación del contenido de sodio y potasio en aguas naturales subterráneas por fotometría de llama. *comunicaciones científicas y tecnológicas*, 3.
- Peraza-Gómez, v. (2005). instituto politecnico nacional. *ciencias marinas*, 49 suppl 1, 104. <https://doi.org/tesis de ingenieria civil>
- Ramos, d., & Terry, e. (2014). generalidades de los abonos orgánicos : importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *cultivos tropicales*, 35(4), 52–59.

ZONIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA DE PASTOS COMO HERRAMIENTA PARA DIRECCIONAR LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA EN LA CUENCA MEDIA NAZAS AGUANAVAL

AGROCLIMATIC ZONING OF GRASSES AS A TOOL TO MANAGEMENT THE PRODUCTIVE RECONVERSION IN THE NAZAS-AGUANAVAL MIDDLE WATERSHED

Luis G. Yáñez¹, Aurelio Pedroza², Ignacio Sánchez³, Martín Martínez⁴, Francisco G. Echavarría⁵, Miguel A. Velásquez⁶ y Armando López²

¹Estudiante de Doctorado en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, ²Profesor-Investigador de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, UACH., ³Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera del INIFAP, Gómez Palacio, Dgo. ⁴Centro Experimental "La Ventana" del CIRNOC-INIFAP, Chihuahua, Chih., ⁵Centro Experimental de Calera del CIRNOC-INIFAP, Calera, Zac. ⁶Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP. Saltillo, Coah.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar las áreas con mayor potencial productivo de pastos en la cuenca media Nazas Aguanaval y estimar la superficie que representan. Para ello, se utilizó el procedimiento de zonificación agroecológica para áreas óptimas y subóptimas con la conjunción de requerimientos agroclimáticos de dos especies de pastos con alta preferencia forrajera en la región. Se analizaron tres variables climáticas, seis propiedades edafológicas y dos topográficas mediante cartografía digital. Se generaron mapas mediante el proceso de intersección de imágenes de los requerimientos con el software ArcMap 10.1. El análisis de las variables climáticas, edáficas y físicas, además de la posterior representación cartográfica en la cuenca, mostraron que existen amplias zonas con alto potencial edafoclimático. Ello permite ubicar zonas para realizar el establecimiento o reconversión del suelo con las especies identificadas.

Palabras Clave: Zonificación, pasto introducido, pasto nativo, aptitud agroclimática, SIG.

Abstract

The objective of this study was to determine the areas with the greatest productive potential of grasses in the Nazas Aguanaval middle watershed and estimate the surface they represent. For this, the agroecological zoning procedure was used for optimum and suboptimal areas with the combination of agroclimatic requirements of two grasses species with high forage preference in the region. Three climatic variables were analyzed, six edaphological properties and two topographic ones through digital cartography. Maps were generated through the process of intersecting images of the requirements with ArcMap 10.1 software. The analysis of climatic, edaphic and physical variables, and the subsequent cartographic representation in the watershed, showed that there are large areas with high edaphoclimatic potential. This allows to locate zones to carry out the establishment or reconversion of the soil with the identified species.

Keywords: Zoning, introduced grass, native grass, agroclimatic aptitude, GIS.

Introducción

La cuenca media Nazas Aguanaval es una amplia zona con tierras dedicadas al agostadero, ya que predominan condiciones edafoclimáticas favorables para la presencia de diferentes especies de pastos. Esta región es considerada como una zona semiárida con una precipitación media anual que oscila entre los 300 a 500 mm (Chávez *et al.*, 2011). Sin embargo, la cuenca presenta cierto grado de degradación en el ecosistema del pastizal, ya que se practica la ganadería extensiva, presentándose sobrepastoreo, diversos grados de erosión y la condición de los pastizales es regular (CONAFOR-UACH, 2013).

El seguimiento de la productividad de los pastizales es necesaria para la toma de decisiones de mejoramiento y recuperación de los mismos. Igualmente, la identificación a través de la zonificación agroecológica de sitios con aptitud productiva y aquellas especies que pueden progresar bajo estas condiciones, permitiría ubicar donde realizar la reconversión del suelo y lograr que el cambio en el uso de este, permita la recuperación paulatina del ecosistema del pastizal.

Para efectuar la zonificación agroecológica de cualquier planta, es necesario tener en cuenta los criterios que permitan determinar las zonas ecológicas basadas en los requerimientos de los mismos y en función de su desarrollo fisiológico y productivo (FAO, 1997; García y Sierra, 2010). Por ello, el potencial productivo es la delimitación geográfica espacial de las áreas o zonas donde es factible realizar con mayor probabilidad de éxito, la producción de diferentes especies agrícolas o pecuarias, con poco o ningún deterioro al medio ambiente (Díaz *et al.*, 2012).

Por ello, el objetivo del trabajo fue identificar y representar cartográficamente las áreas con potencial productivo y aptitud ecológica para el desarrollo de especies de pastos con mayor capacidad forrajera con el fin de evaluar su futura reconversión en suelos degradados de la cuenca media Nazas-Aguanaaval.

Materiales y Métodos

Localización del área de estudio

Este trabajo se realizó en la Cuenca media de los ríos Nazas Aguanaval. Ambos ríos corresponden a la principal fuente de agua de la región hidrológica 36, ubicada en el norte centro de México, entre los meridianos 23° y 27° de latitud norte y los paralelos 106° y 102° de longitud oeste (Chávez *et al.*, 2011).

Metodología

La determinación del potencial productivo de los tipos de pastos, se realizó considerando las especies con preferencia forrajera más alta (Sánchez-Ken *et al.*, 2012) y con presencia en la Cuenca media. Por ello, se seleccionaron al zacate navajita (*Bouteloua gracilis* H.B.K [Lag.] como especie nativa y el zacate buffel (*Pennisetum ciliaris* L.) como especie introducida.

Se realizó una conjunción de los requerimientos agroecológicos de las dos especies de pastos mediante una consulta de los factores que intervienen en su desarrollo, en fuentes bibliográficas (Sánchez-Ken *et al.*, 2012; Herrera y Pámanes, 2010), con el fin de identificar las necesidades de temperatura media anual, precipitación anual, altitud, tipo, clase textural, profundidad y conductividad eléctrica del suelo. Lo anterior proporcionó una plataforma que permite identificar desde áreas con potencial productivo no apto, medio y alto, en donde este último satisface totalmente las necesidades del pasto para su desarrollo.

Posteriormente, se utilizó cartografía digital de imágenes básicas de clima, como temperatura y precipitación, generadas con técnicas de interpolación, y otras como altitud usando el modelo

digital de elevación de la cuenca, carta de edafología y uso de suelo y vegetación (INEGI, 2018; CONABIO, 2018).

Finalmente, se generaron mapas mediante el proceso de intersección de imágenes de los requerimientos, obtención de las áreas potenciales y la superficie que representan en hectáreas. Para estos procesos se utilizó un SIG con el software ArcMap 10.1 (ESRI, 2012).

Resultados y Discusión

La cuenca media Nazas Aguanaval tiene una superficie estimada de 33,304.6 km², de esta, se obtuvieron altos porcentajes de áreas con potencial productivo óptimo y medio para los dos pastos. La distribución espacial de las áreas potenciales se describe a través de mapas por especie (Figura 1); en algunos casos la misma área podrá ser óptima para ambas gramíneas, por lo que la decisión del pasto por establecer, estará en función de criterios económicos y disponibilidad de semilla.

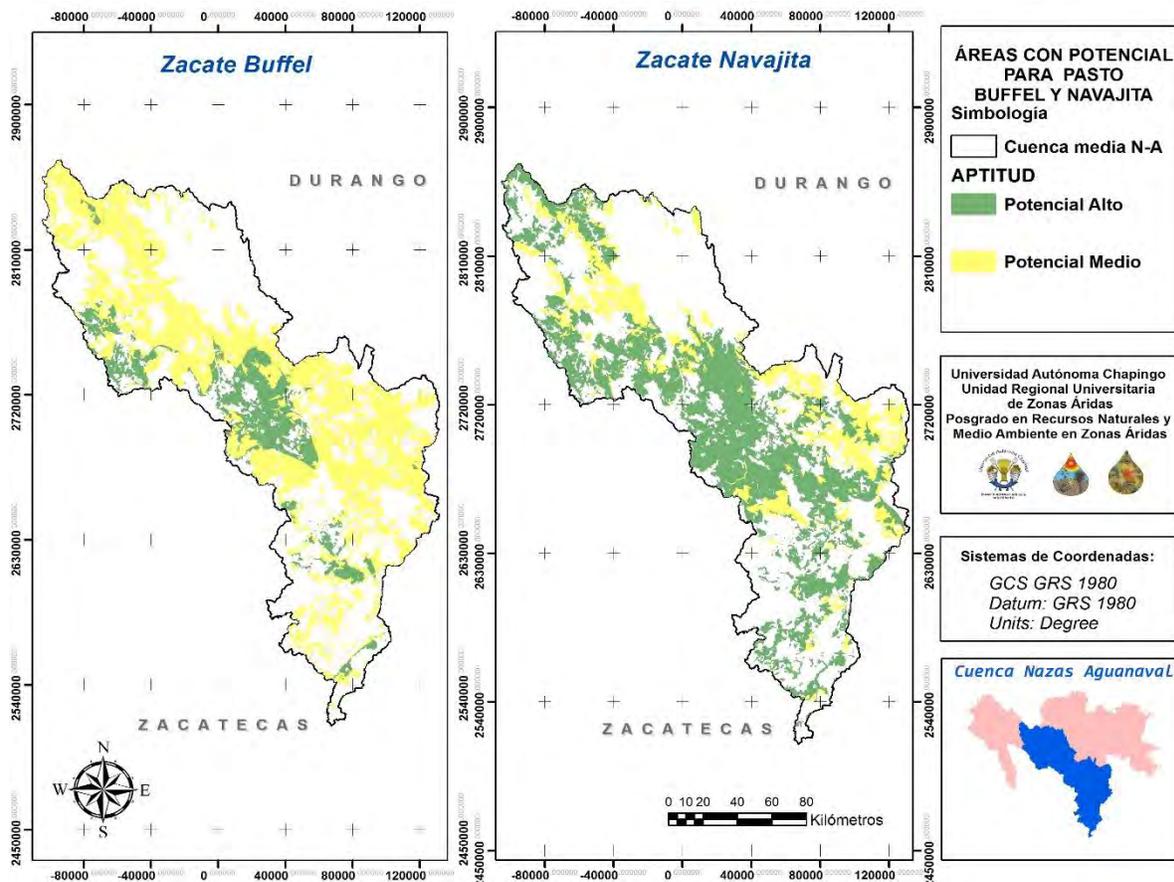


Figura 1. Potencial productivo de pastos en la cuenca media Nazas Aguanaval.

De acuerdo a las áreas potenciales, la selección de especies nativas como el pasto navajita, muestra extensas áreas de adaptabilidad, sin embargo, las especies introducidas pueden ser igual o más productivas y adaptarse perfectamente en áreas de potencial moderado (Jurado *et al.*, 1990). Por ello, es importante considerar especies de pastos forrajeros para que sean seleccionadas en programas de resiembra de pastizales con fines de rehabilitación o producción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficies potenciales de los pastos en la cuenca media Nazas Aguanaval.

Especie	Característica	Superficie con potencial alto (has)	Superficie con potencial medio (has)
Zacate navajita	Nativo	1,003,711.31	465,150.78
Zacate buffel	Introducido	305,412.13	1,241,097.34

Los resultados obtenidos tienen algunas consideraciones referidas por Medina *et al.*, (2001), las cuales señala que, utilizando obras de captación o conservación de humedad, puede hacer que una zona con potencial moderado se convierta a potencial alto, además las zonas potenciales que se obtuvieron no son excluyentes, es decir, una misma área puede tener potencial para varias especies y para que éstas expresen su máximo potencial, se debe aplicar la tecnología de producción.

Conclusiones

El uso de la zonificación agroclimática, permite la toma de decisiones sobre la factibilidad de realizar una reconversión del suelo y lograr que este cambio, permita la recuperación progresiva de los pastizales, o bien, reubicar especies en áreas donde los pastos no satisfacen sus requerimientos ambientales óptimos para expresar su máximo potencial de producción.

En los ecosistemas del pastizal, frecuentemente existe una gran diferencia entre la productividad actual y la productividad potencial, lo que indica que se puede conseguir un incremento considerable de la eficiencia, mediante el uso de potenciales productivos encontrados en el estudio.

Literatura Citada

- Chávez R., E., González C., G., González B., J.L. y López D., A. 2011. La evapotranspiración en la cuenca baja y media del río Nazas. En: Oswald S., U., 2011. Retos de la investigación del agua en México. UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Cuernavaca, Mor. México. 754 p.
- CONABIO, 2018. Portal de Geoinformación, Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad de la República Mexicana. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> (acceso 10 de Julio 2018).
- CONAFOR-UACH. 2013. Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación. Informe final. Comisión Nacional Forestal y Universidad Autónoma Chapingo. Zapopan, Jalisco. 151 p.
- Díaz, P. G., Guajardo, P.R.A., Medina, G.G., Sánchez, C.I., Soria, R.J., Vázquez, A.M. P., Quijano, C.J.A., Legorreta, P.F. y Ariel, R.C.J. (2012). Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. INIFAP. Publicación especial, (8). 139 p.
- ESRI. 2012. ArcGIS 10.1, Redlands, CA; also contains Esri Data and Maps for ArcGIS.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1997. Zonificación agro-ecológica. Guía general. Boletín de suelos, núm. 73, Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos, Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, Roma, Italia. 96 p.
- García, C.Y. y Sierra, V.A.E. 2010. Manual de zonificación ecológica de especies forestales y aplicación de modelos de simulación del efecto de cambio climático. CONAFOR. 104 p.
- Herrera, AY. y Pámanes, G.S. 2010. Guía de Pastos de Zacatecas. IPN, CONABIO. 149 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática). 2018. Cartografía digital de la República Mexicana. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/default.aspx> (acceso 13 de Julio 2018).
- Jurado, G.P., Negrete, R.LF., Arredondo, M.J.T., y García, H.M.R. 1990. Evaluación de especies forrajeras nativas e introducidas bajo condiciones del altiplano central mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 28(1), 40-44.

Medina, G.G., Salinas, G.H., y Rubio, A.F. 2001. Potencial productivo de especies forrajeras en el estado de Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC. INIFAP. Libro técnico (1). 86 p.

Sánchez-Ken, J.G., Zita, P.G.A. y Mendoza, C.M. 2012. Catálogo de las gramíneas, malezas nativas e introducidas de México. CONACOFI. 433 p.

ABUNDANCIA Y DENSIDAD DE MAMIFEROS DEPREDAADORES EN UN RANCHO OVEJERO EN EL NORTE DE DURANGO

ABUNDANCE AND DENSITY OF PREDATORY MAMMALS IN A SHEEP RANCH IN THE NORTH OF DURANGO

Carlos Jafeth Díaz Gallardo¹, Martin E. Pereda Solís², José H. Martínez Guerrero², Xóchitl Huisheng Cisneros González², Daniel Sierra Franco²

¹Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales-Universidad Juárez del Estado de Durango, ²Cuerpo Académico de Fauna Silvestre-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar la abundancia y densidad poblacional de depredadores de ganado ovino durante dos estaciones del año (invierno y primavera) en un rancho ubicado al norte del estado de Durango. El estudio se llevó a cabo mediante la instalación de tres unidades de fototrampeo. Cada unidad constó de cinco cámaras con sensor de movimiento. Se detectó la presencia de individuos de las especies coyote (8) y gato montés (3), cuyas densidades (ind/km²) para los periodos de invierno y primavera fueron para coyote 2.64 y 7.92; para gato montés 0.66 y 1.33. Estas densidades resultan superiores a las reportadas por otros autores en condiciones similares de hábitat. Los datos generados en este estudio pueden ser de utilidad para proponer un programa de control que permita disminuir las pérdidas económicas al propietario del predio y evitar un mal manejo y control del coyote y gato montés que ocasionaría que las dos especies se ausenten y por consecuencia aumenten las poblaciones de lagomorfos.

Palabras clave: fototrampeo, depredadores, ovinos, coyote, gato montés

Summary

The objective of this work was to determine the abundance and population density of sheep predators during two seasons of the year (winter and spring) in a ranch located in the north of the state of Durango. The study was carried out by installing three phototrapping units. Each unit consisted of five cameras with motion sensors. The presence of individuals of the species coyote (8) and bobcat (3) was detected, whose densities (ind/km²) for the winter and spring periods were for coyote 2.64 and 7.92; for bobcat 0.66 and 1.33. These densities are superior to those reported by other authors in similar habitat conditions. The data generated in this study can be useful to propose a control program that allows reducing economic losses to the owner of the property and avoid poor control of the coyote and wildcat that would cause the two species to be absent and consequently increase populations of lagomorphs

keywords: phototrapping, predators, sheep, coyote, bobcat

Introducción

La presencia de especies del orden carnívora en un ecosistema es de suma importancia porque abarcan una gran diversidad de nichos y funciones ecológicas como la dispersión de semillas, y control de plagas, por lo anterior se les consideran como especies indicadores del estado de conservación del ecosistema donde se encuentran (Barea-Azcón *et al.*, 2007). Debido a su posición

en la cadena alimenticia, las especies carnívoras se ven directamente afectados por cambios ya sean de origen antropogénico o por fenómenos naturales, dentro de los cambios inducidos por el hombre se encuentran el sobrepastoreo, degradación y fragmentación de su hábitat y por consiguiente la disminución de la comunidad de presas presentes en sus áreas de distribución (Sunquist y Sunquist., 2002).

Debido a la naturaleza elusiva de las especies de carnívoros y a que su estudio en vida silvestre puede ser costoso y requiere de muestreos prolongados (Roberts *et al.*, 2006), algunos investigadores se apoyan de técnicas adicionales para incrementar la probabilidad de detección de las especies, como trampeo de animales vivos o colocación de estaciones olfativas (Barea-Azcón *et al.*, 2007). Actualmente existen pocos estudios que refieren la abundancia y densidad de mamíferos depredadores en el Desierto Chihuahuense (Ceballos y Oliva., 2002), el avance de técnicas y equipos modernos no invasivos como el uso de cámaras trampa permite obtener imágenes que se pueden utilizar para estimar la densidad de la población e índices de abundancia. El objetivo del presente trabajo fue estimar la abundancia y densidad de las especies coyote (*Canis latrans*) y gato montés o lince (*Lynx rufus*) en un rancho productor de ovinos en el norte de Durango.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el rancho “Santa Teresa” perteneciente al municipio de Hidalgo en el estado de Durango, México. Esta zona se encuentra dentro de una región prioritaria para la conservación de pastizales (APCP), denominada “Cuchillas de la Zarca”, y es parte del Desierto Chihuahuense, el cual comprende el sur del estado de Chihuahua y el norte estado de Durango, México, cuenta con una superficie de 6,297 km², entre las coordenadas geográficas 105°04'30.86" O, 24°41'41.28" N, 104°57'07.48"O y 25°27'04.24"N. La altitud media de la zona es 1,850 msnm y la temperatura del mes más frío se registró entre los -3°C a 18°C (Sierra-Franco, *et al.*, 2015).

El estrato arbustivo lo forman especies de los géneros *Larrea*, *Prosopis*, *Acacia*, *Ephedra*, *Nolina*, *Opuntia*, *Juniperus* y *Quercus*; el estrato herbáceo está compuesto por los géneros *Bouteloa*, *Aristida*, *Buchloe*, *Andropogon*, *Melinis*, *Muhlenbergia*, *Sporobolus*, *Heteropogon* y *Pleuraphis* (COTECOCA, 1976).

Metodología

El monitoreo de mamíferos depredadores se realizó utilizando la técnica de cámaras trampa (CT) (Wildgame modelo W8E) (O'Connell *et al.*, 2011), para lo cual se establecieron tres unidades de muestreo con cinco cámaras por punto; se colocó una cámara central y el resto de las cámaras se instalaron a 400 m de distancia, las cuales se ubicaron en dirección de los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur, Este, Oeste) obteniendo un círculo de muestreo con una superficie de 50.26 ha. Cada unidad de muestreo se georreferenció con un navegador satelital (GPS) marca Garmín® modelo etrex 20 y se utilizó con el datum WGS 84 y el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM).

Cada cámara trampa se instaló a una altura mínima del suelo de 1 m, sujetándola por medio de correas a un árbol o cualquier arbusto que le diera soporte y estabilidad; en sitios donde no había estrato arbustivo para sujetar las CT se enterró una varilla en forma de cruz. A cada CT se le configuraron los parámetros como fecha, hora, flash, infrarrojo e intervalo de captura.

Para atraer a los depredadores se utilizaron cebos olorosos (sardinas en jugo de tomate) y esencia (orina). El jugo de tomate de sardina se utilizó para generar un rastro olfativo y la esencia se aplicó para impregnar franelas 3 cm x 15 cm que posteriormente se colocaron en una varilla en forma de T; tanto el rastro olfativo como las esencias se situaron a una distancia de 5 m de la CT esto como

sugerencia del fabricante dado que a esta distancia se obtiene la mejor resolución de las fotografías. Para minimizar el olor humano, la perturbación del cebo y las esencias se utilizaron guantes de látex.

Las cámaras permanecieron en el campo durante 20 días, se monitorearon dos estaciones del año: invierno del 27 de enero de 2018 al 15 de febrero del mismo año y en primavera del 29 de abril al 18 de mayo de 2018, para contemplar cambios en las características del ecosistema y población de ovinos. La distribución y ubicación de las cámaras trampa se definió de acuerdo con los ecosistemas presentes y tomando en cuenta los corrales de manejo (potreros) con presencia de ovinos. Al cumplir con cada monitoreo se recogieron las cámaras y se descargó el archivo fotográfico. Cada imagen se revisó para determinar si había presencia de alguno de los depredadores, y se determinó su frecuencia de aparición por unidad de muestreo en cada una de las estaciones del año (invierno y primavera). Los cálculos de densidad y abundancia relativa se realizaron mediante una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

Para expresar la densidad de población se utilizó la siguiente fórmula (O’Connell *et al.*, 2011):

$$D = \frac{\text{Promedio individuos por estación}}{\text{Superficie del círculo de muestreo}} \times 100$$

Donde: *Promedio de individuos por estación*: promedio de individuos registrado por estación del año considerando las tres unidades de monitoreo

Superficie del círculo de muestreo: Área de la unidad de monitoreo

Para el cálculo de la abundancia relativa se aplicó la fórmula propuesta por Moreno (2006).

$$IAR = \frac{\text{Número de fotografías por especie}}{\text{Esfuerzo realizado}} \times 100$$

Donde:

Número de fotografías por especie: suma de las fotografías de una misma especie que no hayan sido consecutivas del mismo individuo.

Esfuerzo realizado: unidades de monitoreo multiplicada por el número de cámaras por unidad y esto multiplicado por el número de días monitoreados.

Resultados y Discusión

De las tres unidades que se monitorearon durante el invierno y primavera sólo las unidades de monitoreo uno (UM1) y dos (UM2) presentaron evidencia de depredadores: coyote (*Canis latrans*) y gato montés (*Lynx rufus*) a diferencia de la unidad tres que no presentó ningún registro (cuadro 1).

Cuadro 1. Registro de depredadores por unidad de monitoreo y estación del año, realizado en un rancho productor de ovinos en el norte de Durango.

Estaciones	Coordenadas (UTM) cada cámara central		Invierno		Primavera	
	Coordenada E	Coordenada N	Coyote	Gato montés	Coyote	Gato montés
UM1	0487456	2906697	1	1	1	1
UM2	0484770	2907683	1	0	5	1
UM3	0487345	2905400	0	0	0	0

Cuadro 2. Densidad poblacional (ind/km²) y abundancia relativa (IAR) de coyote y gato montés en dos Estaciones del año en un rancho productor de ovinos en el norte de Durango.

Especie	Densidad poblacional		IAR	
	Invierno	Primavera	Invierno	Primavera
Coyote	2.64	7.92	2.0	6
Gato montés	0.66	1.33	1.0	2.0

*IAR= en 100 días de esfuerzo realizado (cinco cámaras por cada unidad/20 días de monitoreo)

Para los carnívoros silvestres, la fauna doméstica es más fácil de depredar que las presas silvestres (Linell *et al.*, 1999; Patterson *et al.*, 2003), por lo que generalmente los ataques hacia animales domésticos son ocasionados por organismos jóvenes (inexpertos) o adultos (enfermos o viejos), lo anterior se observó en la colección de imágenes obtenidas en primavera (UM2) donde aparece un coyote juvenil depredando un cordero.

Para entender las diferencias de los valores de densidad y el IAR de ambas especies en las dos estaciones del año, se reconoce que los patrones de depredación y conducta en la alimentación de algunos carnívoros cambian de acuerdo con los factores bióticos y abióticos que puedan presentarse en el sitio como la densidad de las presas, vulnerabilidad, número de individuos, el clima, y presencia del ser humano (Smith *et al.*, 2004; Stahler *et al.*, 2006). En nuestro sitio de trabajo lo anterior se relaciona con la época de nacimiento de los corderos (primavera), que además son fácilmente depredados dada su escasa capacidad de escape ante los ataques de ambas especies de depredadores.

Las densidades de coyote obtenidas en nuestro estudio, para el periodo de primavera es superior (7.92 ind/km²) y el de invierno fue menor (2.64 ind/km²) al reportado por Cisneros (2016) que obtuvo de manera general (incluye las cuatro estaciones del año) una densidad de 3.6 ind/km² en un pastizal mediano del Desierto Chihuahuense.

En la especie de gato montés existen dos referencias publicadas que presentan densidades de 0.35 ind/km² (Cisneros, 2016) y 0.05-0.538 ind/km² (Medellín, R. A. y H. V. Bárcenas. 2010), para esta especie los valores del presente estudio fueron superiores mostrando valores de 0.66 ind/km² (invierno) y 1.33 ind/km² (primavera).

Conclusiones

En el presente estudio la especie *Canis latrans* mostró una mayor abundancia y densidad poblacional que *Lynx rufus* en las dos estaciones del año monitoreadas. Estas densidades resultan superiores a las reportadas por otros autores en condiciones similares de hábitat. La siguiente etapa de este trabajo permitirá conocer la tasa de depredación de estas dos especies de depredadores para elaborar un programa de manejo que permita disminuir las pérdidas económicas al propietario del predio y evitar un mal manejo y control del coyote y gato montés que ocasionaría que las dos especies se ausenten y por consecuencia proliferen especies de lagomorfos al no existir un depredador natural, y disminuyan la capacidad de carga animal del pastizal.

Literatura Citada

- Barea- Azcón J, Virgos , E, Ballesteros- Duperón, E., Moleón, M. and M. Chiroso. 2007 Surveying carnivores at large apatial scales : a comparision of four broad- applied methods. *Biodiversity and Conservation*. 16: 1213- 1230.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2002. *Los Mamíferos Silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica-Conabio. México. 986 pp.
- Cisneros, G. X. H. 2016. Abundancia y distribución estacional de mamíferos depredadores en pastizal mediano arbosufrutecente del Desierto Chihuahuense. Maestría en Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango. México.
- COTECOCA. 1976. Comisión técnico Consultiva para la determinación regional de Coeficientes de Agostadero. SARH. Durango. 200 pág.
- Linell, J., M. Smith, J. Odden, P. Kaczenski, y J. Swenson. 1996. Carnivores and sheep farmer in Norway. Strategies for the reduction of carnivore-livestock conflicts: a review. *NINA. Oppedragsmelding* 443: 1-116.
- Medellín, R. A. y H. V. Bárcenas. 2010. Estimación de la densidad y dieta del lince (*Lynx rufus*) en seis localidades de México. Informe Final de los proyectos ES003 y ES009, CONABIO, México.
- Moreno, R. 2006. Parámetros poblacionales y aspectos ecológicos de los felinos y sus presas en Cana, Parque Nacional Darien, Panamá. Tesis de Maestría. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 136 p.
- O'Connell, A. F., J. D. Nichols, and K. U. Karanth, editors. 2011. *Camera traps in animal ecology: Methods and analyses*. First edition. Springer, New York, New York, USA.
- Patterson, B., Neiburger, y S. Kasiki. 2003. Tooth breakage and dental disease as cause of carnivore-human conflict. *Journal of Mammalogy*, 84:190-196.
- Roberts, C., Pierce, B., Braden, A., López, R., Silvy, N., Frank, P., and D. Ransom. 2006 comparison of camera and road survey estimates for white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management*. 70: 263-267
- Sierra-Franco D, Martínez-Guerrero JH, Ruvalcaba I, Pereda-Solís ME. Morphometric characterization during the winter season of the grasshopper sparrow (*Ammodramus savannarum*) and Baird's sparrow (*Ammodramus bairdii*). *Open Journal of Ecology* 2015; doi: 10.4236/oje.2015.512048.
- Smith, D. W., T. D. Drummer, K. M. Murphy, D. S. Guernsey y S. B. Evans. 2004. Winter prey selection and estimation of wolf kill rates in Yellowstone National Park, 1995–2000. *Journal of Wildlife Management* 68:153–166.
- Stahler, D., D. Smith y D. Guernsey. 2006. Foraging and Feeding Ecology of the Gray Wolf (*Canis lupus*): Lessons from Yellowstone National Park, Wyoming, USA. *Journal of Nutriology*. 136: 1923S–1926S.
- Sunquist y Sunquist. 2002. *Lynx rufus* . In: *IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4*. <<http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/12521/0>>. [Consulta: 15 marzo 2011].

UN ACERCAMIENTO AL USO DE POTREROS, DESCRIPCIÓN Y MANEJO PECUARIO EN UN EJIDO DE DURANGO: CASO DEL REFUGIO MUNICIPIO DE POANAS

AN APPROACH TO THE USE OF PADDOCKS, DESCRIPTION AND LIVESTOCK MANAGEMENT IN AN EJIDO OF DURANGO: CASE THE REFUGIO IN THE MUNICIPALITY OF POANAS

Gonzalo Hernández Ibarra¹

¹Profesor investigador de Tiempo Completo de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo; Km 40 de la Carretera Gómez Palacio, Durango-Cd. Jiménez Chihuahua, C.P. 35230. Teléfonos: 872 77 60160 y 60190, Bermejillo, Mapimi, Durango. Autor para correspondencia: chalonza2011@gmail.com

Resumen

El estudio se realizó de enero a julio de 2018 en el Ejido El Refugio Poanas, Durango, con el objetivo de describir el pastoreo y manejo pecuario del mencionado núcleo agrario. Se presenta un clima tipo árido, desértico (BWhw), semi-cálido con lluvias en verano presentando una precipitación media anual de 496 mm. La metodología consistió en la realización de 4 visitas al área del proyecto para recabar información documental y en campo; además de haber consultado a la Mesa Directiva del Comisariado Ejidal, así como al Presidente del Consejo de Vigilancia y Presidente de la Junta de la comunidad. Como resultado el pastoreo se divide en dos periodos de enero a abril se pastorea en los potreros La Legua (273 ha), y San Juan (153 ha); conjuntamente con las áreas de cultivos de temporal Esquina de Pilares (280 ha) y labores de cultivo del potrero San Juan (691 ha). Para los meses de julio a octubre se utilizan tres potreros Coyote de Arriba (278 ha), Coyote de Abajo (278 ha), y Collins (750 ha), sumando un total de 1762 ha de uso común y 971 ha de tierras de cultivo de temporal que a partir de diciembre de cada año quedan libres de cultivo. Se concluye que en el Ejido de estudio el pastoreo se divide en dos periodos de enero a abril se pastorea dos potreros y tierras de cultivo (1397 ha) y de julio a octubre se utilizan tres potreros (1336 ha).

Palabras clave: Pastoreo, bovinos, manejo, ejido, Durango.

Introducción

Al hablar de manejo muchas ocasiones viene a la mente el llevar a buen término alguna situación, área o aspecto que involucre manipulación ya sea positiva (deseable), o negativa (indeseable); pero hoy en día no se concibe cual quier tipo de manejo sin la integralidad ni tampoco sin la armonía con la naturaleza que exige la naturaleza para un equilibrio sostenible. La selección de un sistema de pastoreo depende del tipo de vegetación, topografía del terreno, clase de animales y de los objetivos específicos de cada ganadero. No existe un sistema de pastoreo "Universal" que sea aplicable a todos los tipos de agostadero. Hay que seleccionar un sistema de pastoreo que se adapte a las características de crecimiento de las plantas en el terreno, tales como forma y época de crecimiento, así como a las características climatológicas de la zona. Hay que seleccionar un sistema de pastoreo con periodos de descanso que sean lo bastante largos y frecuentes y en las épocas apropiadas que permitan a las plantas forrajeras y a las áreas preferidas por el ganado la recuperación después de cada periodo de pastoreo (Serra, 2012). Los productores del Ejido El Refugio de la región sureste del estado de Durango trabajan convencionalmente, adecuándose a las

expectativas del mercado y decisiones de instancias de gobierno, aunado a las características climatológicas que se presentan año a año (Hernández y Mata, 2017). En el presente estudio se planteó como objetivo describir el pastoreo y manejo pecuario en el Ejido El Refugio, Poanas, Durango.

Materiales y Métodos

Ubicación del Área de estudio. El municipio limita al norte con el municipio de Guadalupe Victoria y Cuencamé, al sur con Vicente Guerrero, al oeste con los municipios de Nombre de Dios y Durango; y al este colinda con el estado de Zacatecas. La cabecera municipal se encuentra en las coordenadas 23°58' de latitud norte y 104°03' de longitud oeste. Su altitud sobre el nivel medio del mar es de 1,920 m (INAFED, 2010).

Clima. El clima predominante en la región de estudio es templado subhúmedo con lluvias en verano (BS1k); frío en invierno, registrándose temperaturas promedio anuales de 25.9° C., la precipitación pluvial es de 496 mm promedio anuales con una evaporación de 213 mm promedio anual, el periodo de incidencia de heladas abarca los meses de noviembre hasta marzo (INAFED, 2010).

Uso de suelo. Los datos que se presentan a continuación confirman la vocación del territorio municipal en el cual existe una superficie sembrada de 31190.5 has de los cultivos cíclicos y 605.5 has de cultivos perennes los cuales suman un total de 31795.5 has cultivadas, de ésta superficie 9997 has disponen de algún tipo de riego y el resto 21799 son de régimen de temporal. En el aspecto pecuario se explotan especies tales como. Bovinos y en poca escala caprinos y equinos en una vasta superficie de 114, 862 has de agostaderos en términos generales, las cuales se encuentran en sobreexplotación (INAFED, 2010).

Agricultura. Los cultivos principales en el valle de Poanas son: frijol, maíz, avena forrajera y de grano, chile, alfalfa, trigo y frutales como durazno, membrillo, ciruelo, sembrados bajo condiciones de riego y con buen nivel de paquete tecnológico. El grado de comercialización es del 80% de venta en el mercado estatal y nacional y el restante 20% se comercializa en el lugar de producción como autoconsumo (INAFED, 2010).

Metodología. Se realizaron 4 visitas al área del proyecto para recabar información documental y en campo, tres de las cuales fueron recorridos por los distintos potreros, así como por las labores de cultivo cotejando límites de potreros y ejido. Se consultó a la Mesa Directiva del Comisariado Ejidal encabezada por el Sr. Miguel A. Robles, al Presidente del Consejo de Vigilancia Sr. José Guillermo Hernández Ibarra y al presidente de la junta Sr. Miguel A. Cisneros.

Resultados y Discusión

Dentro de las categorías de uso de suelo teóricamente en el Ejido de estudio resaltan las 1514 ha usadas para uso común o agostadero de animales (bovinos y equinos); las cuales se dividen en 5 potreros que se pastorean a lo largo del año bajo diferente carga animal, debido a la distribución tan particular de cada potrero dentro del polígono ejidal, la descripción se denota en el Cuadro 1, Figura 1 y Cuadro 2 a continuación.

Uso pecuario. La razón en que se fundamenta el manejo ganadero es porque durante el año se considera el aprovechamiento secuencial de todas las áreas que componen al Ejido El Refugio, básicamente se crían especies como: Bovinos productores de carne (base criolla y cruza con razas Charolais, Angus, Simmental, Limousin y Brahman), Equinos (criollos con cruza de razas Cuarto de milla, Pura sangre Inglesa y Appaloosa) (Hernández y Mata 2017).

Cuadro 1. Potreros utilizados en pastoreo en el Ejido El Refugio.

Potreros	Descripción
Collins	Conformado por vegetación nativa dominada por mezquite, nopal, huizache y diversidad de gramíneas predominando en zacate agrarista <i>Cynodon dactylon</i> , pasto navajita <i>Bouteloua sp</i> , pasto hoz <i>Microchloa kuntii</i> , <i>Muhlenbergia sp</i> , <i>Eragrostis sp</i> , es el potrero donde se ubica el área de orégano <i>Lippia graveolens</i> , y maguey <i>Agave salmiana</i> ; cabe mencionar que en este potrero se encuentra ubicada la Universidad Tecnológica de Poanas (UTP) en 20 ha donadas por el Ejido hace 7 años en 2011. Cuenta con tres agujajes para abrevar ganado.
La Legua	Conformado por un área de matorral dominada por una masa de mezquite y nopal con claros pronunciados su topografía es accidentada con presencia de gramíneas anuales como el pasto navajita <i>Bouteloua sp</i> , <i>Muhlenbergia sp</i> , y <i>Eragrostis sp</i> .
Coyote de arriba	Conformado por un área de matorral dominada por una masa de mezquite y huizache extremadamente densa donde existen gramíneas perennes como el zacate alcalino <i>Sporobolus airoides</i> , pasto navajita <i>Bouteloua sp</i> , <i>Muhlenbergia sp</i> , y hierbas anuales.
Esquina de Pilares	Conformado por parcelas de cultivo de temporal donde se cultiva frijol, trigo, avena y maíz tanto para autoconsumo como comercial
Coyote de abajo	Conformado por un área de matorral dominada por una masa de mezquite y huizache muy densa donde existen gramíneas perennes como el zacate alcalino <i>Sporobolus airoides</i> , pasto navajita <i>Bouteloua sp</i> , pasto hoz <i>Microchloa kuntii</i> , <i>Muhlenbergia sp</i> , <i>Eragrostis sp</i> , y dominan los suelos blancos y gris claro semejan ser Xerosoles.
San Juan	Conformado por parcelas de cultivo de temporal donde se cultiva frijol, trigo, avena y maíz tanto para autoconsumo como comercial cuenta con un área de matorral dominada por una masa de mezquite y huizache muy densa donde existen gramíneas perennes como el zacate alcalino <i>Sporobolus airoides</i> .

Modificado de Hernández y Mata 2017.

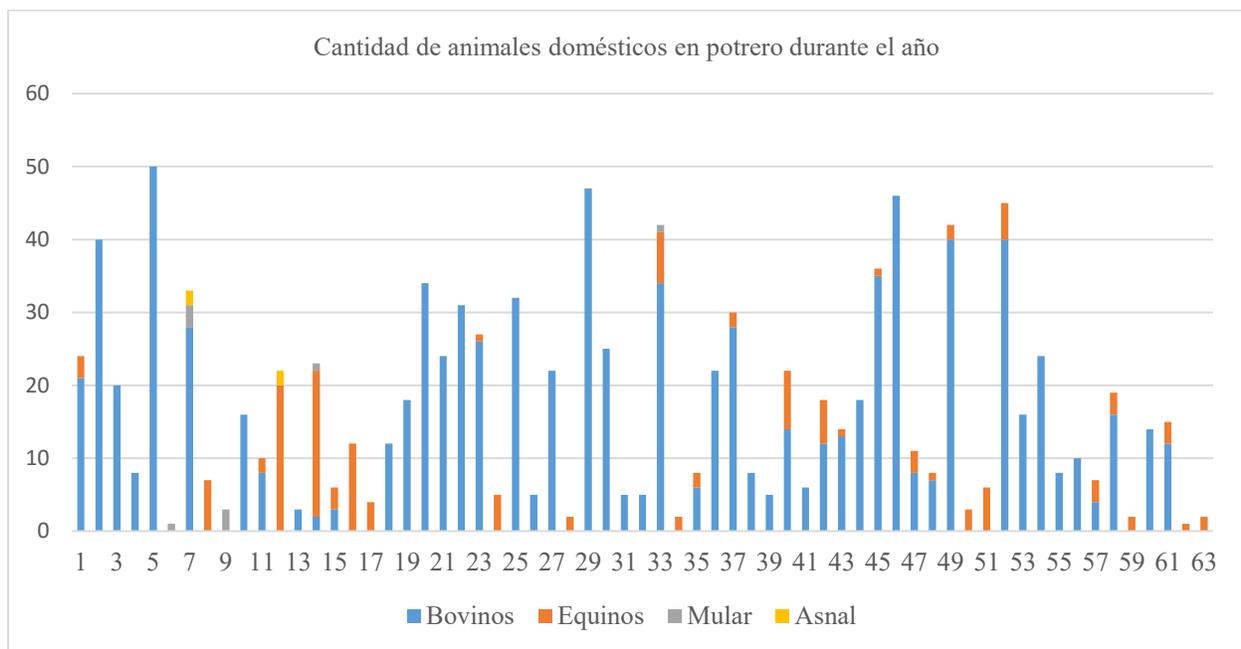


Figura 1. Cantidad y especies de ganado en potreros en la actualidad en el Ejido El Refugio. Datos proporcionados por: Mesa Directiva del Comisariado Ejidal encabezada por el Sr. Miguel Robles, y Presidente del Consejo de Vigilancia Sr. José Guillermo Hernández Ibarra.

La distribución del pastoreo acorde a la cantidad de potreros es por afinidad y preferencia de sitio por los productores y por los animales (querencia), se detalla a continuación en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Hectárea, periodo de pastoreo, carga animal real y carga animal recomendada para el Ejido El Refugio.

Potrero	Hectáreas	Periodo de uso (pastoreo)	Periodo de descanso	Carga animal real (U.A.)	Carga animal (Ajustada x Meses) acorde Al C.A. PROGAN-SAGARPA
Collins	750	Julio-Octubre	Noviembre-Diciembre, Mayo y Junio	556	150
Coyote de arriba	308	Julio-Octubre	Noviembre, Diciembre, Mayo y Junio	213	62
Coyote de abajo	278	Julio- Octubre	Noviembre-Diciembre-Mayo y Junio	165	56
La Legua más Esquina de Pilares (temporal=280 ha)	273	Enero-Abril	Mayo-Diciembre	560	111
San Juan más labores de cultivo de temporal (691 ha)	153	Enero-Abril	Mayo-Diciembre	374	169
Total	1762 ha más 971 ha con esquilmos agrícolas			934	548

Nota: Los datos de hectáreas de uso común con 1514, así como la carga animal real fueron proporcionados por la Mesa Directiva del Comisariado Ejidal encabezada por el Sr. Miguel Robles, Presidente del Consejo de Vigilancia Sr. José Guillermo Hernández Ibarra.

Manejo en los potreros. Como se menciona en los Cuadros 1 y 2 anteriormente el pastoreo se divide en dos periodos de enero a abril se pastorea en los potreros La Legua (273 ha), y San Juan (153 ha); conjuntamente con las áreas de cultivos de temporal Esquina de Pilares (280 ha) y labores de cultivo del potrero San Juan (691 ha). Para los meses de julio a octubre se utilizan tres potreros Coyote de Arriba (278 ha), Coyote de Abajo (278 ha), y Collins (750 ha), sumando un total de 1762 ha de uso común y 971 ha de tierras de cultivo de temporal que a partir de diciembre de cada año quedan libres de cultivo y son pastoreadas por bovinos y equinos de enero hasta abril, medidas y actualizadas dichas cantidades mediante el Google earth pro 2018, con la carga animal que se ha mencionado; sin embargo al comparar la carga animal real con la carga animal recomendada para la zona de estudio se tiene una sobrecarga de 386 UA; aun considerando los periodos de pastoreo de cuatro meses. En potrero solo se les suministra sal mineral en grano por algunos ganaderos, pero sin algún control o planeación que considere la carga animal total.

Manejo fuera de potreros. Se caracteriza por la alimentación con esquilmos o subproductos agrícolas como: paja de frijol, tlazole de maíz, maíz molido, alfalfa seca, en corrales de manejo y estancia construidos por diferentes materiales como: Cemento, block, adobe, postería con alambre de púas, malla borreguera, sombras naturales de mezquite y huizache, además de algunos con techumbre de lámina galvanizada. Los comederos son construidos a base de concreto, llantas recicladas de tractor, tambos cortados tanto de plástico como de metal. Los abrevaderos y bebederos. Normalmente se sacan los animales a beber agua a los bordos de abrevadero distribuidos en el potrero Collins los cuales son tres: “La honda”, “Los pescados” y “Bordo de Trinidad”. Potrero Coyote de arriba bordo “El papalote”, potrero Coyote de abajo bordo “La curva” y “Del llano”, potrero San Juan bordo en construcción. Cuando se tiene en corral en los meses de noviembre, diciembre, mayo y junio se da agua en bebederos artificiales construidos a base de concreto, tambos cortados tanto de plástico como de metal.

Presencia de enfermedades. Hay que hacer mención de un hecho que ha ocurrido periódicamente que es la aparición de Edema Maligno en el potrero Collins los años 2008, 2011 y 2016 en los últimos 15 días del mes de octubre hecho posiblemente atribuido a la existencia de excedentes de biomasa (materia seca) disponible en el potrero y a la falta de prevención en manejo zoonosanitario al no aplicar la vacuna que prevenga dicha enfermedad. También es muy común observar animales con bolas en el cuello y cara (nódulos) presumiblemente Linfadenitis Caseosa Bovina, la cual la mayoría de los casos no se trata con algún fármaco ni remedio casero.

Venta de semovientes. Cabe hacer mención que la cantidad de semovientes bovinos que se venden en un año es de 380 y en equinos la cantidad es de 24 para el mismo periodo. Normalmente las ventas son de becerros al destete (150-200 kg), vacas de desecho (350 kg), y equinos de desecho (340 kg); en los meses de septiembre y octubre época de animales gordos cada año. Datos proporcionados por el presidente de la junta Sr. Miguel A. Cisneros.

Conclusiones

El pastoreo se divide en dos periodos de enero a abril se pastorea dos potreros y tierras de cultivo (1397 ha) y de julio a octubre se utilizan tres potreros (1336 ha).

Se tiene una sobrecarga de 386 UA aun considerando los periodos de pastoreo de cuatro meses.

Literatura Citada

- Cisneros M.A. 2018. En Comunicación Personal. Presidente de la Junta de la Comunidad del Refugio, Poanas, Durango.
- Google Earth pro. 2014. Imagen de Google earth pro. Consultado el 12 de septiembre de 2018 de: <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>.
- Hernández I. G., y Mata E. M.A. 2017. Descripción agroforestal en un ejido del sureste de Durango, México. XI Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Unidos e integrados por un desarrollo próspero y sostenible) III Coloquio de manejo sostenible de tierras. La Habana, Cuba.p.1-12.
- Hernández I. J.G. 2018. En Comunicación Personal. Presidente del Consejo de Vigilancia del Refugio, Poanas, Durango.
- INAFED, 2010. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Consultado el 22 de agosto de 2018 de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM10durango/municipios/10022a.html>
- Robles M. 2018. En Comunicación Personal. Presidente del Comisariado Ejidal del Refugio, Poanas, Durango.
- Serra A. 2012. Forrajes y Pasturas. Instituto Superior José Manuel Estrada. Tecnicatura Superior en Gestión de la Producción Agropecuaria. Consultado el 08 de septiembre de 2018 de: http://forrajestecnicaturasuperior.blogspot.com/p/sistemas-de-pastoreo_5.html.

USO DE HÁBITAT POR AVES RAPACES DIURNAS EN EL ECOSISTEMA DE PASTIZAL DE MAPIMÍ, DURANGO.

USE OF HABITAT BY DIURNAL RAPTORS IN THE GRASSLAND ECOSYSTEM OF MAPIMI, DURANGO.

Mayela Rodríguez¹, Luis G. Yañez¹ y Gonzalo Hernández¹

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo

Resumen

Los pastizales proporcionan una gama amplia de bienes y servicios ecosistémicos importantes a través de la provisión de hábitats para el sostenimiento de la biodiversidad. En el caso particular de las aves rapaces diurnas la pérdida y degradación de los ambientes naturales son la mayor amenaza para su subsistencia. El objetivo del estudio fue estimar la diversidad de aves rapaces diurnas, del ecosistema de pastizal del municipio de Mapimí, Durango. Se hizo un conteo de aves mediante método de muestreo de transecto lineal. Los muestreos cada 15 días durante la estación de otoño del 2017. Cada observación fue registrada y fotografiada, posteriormente los individuos fueron identificados y sistematizados por género y especie. Además, los individuos fueron clasificados de acuerdo a su categoría de residencia y riesgo. Se registraron 10 especies de aves rapaces diurnas, de las cuales cinco se encuentran sujetas a protección especial y solamente una se encuentra amenazada. Se registró un alto porcentaje (47%) de aves con preferencia en sitios con pastizal, lo que confirma su importancia como hábitat.

Palabras clave: avifauna, matorral desértico, abundancia.

Abstract

Grasslands provide a wide range of important ecosystem goods and services through the provision of habitats for the sustainability of biodiversity. In the particular case of diurnal raptors, the loss and degradation of natural environments are the greatest threat to their subsistence. The objective of the study was to estimate the diversity of diurnal raptors, of the grassland ecosystem of the municipality of Mapimí, Durango. A bird count was made by linear transect sampling method. The samplings every 15 days during the autumn season of 2017. Each observation was recorded and photographed, later the individuals were identified and systematized by gender and species. In addition, the individuals were classified according to their category of residence and risk. Ten species of diurnal raptors were recorded, of which five are subject to special protection and only one is threatened. A high percentage (47%) of birds was recorded, preferably in grasslands sites, confirming its importance as a habitat.

Introducción

Los pastizales proporcionan una gama amplia de bienes y servicios ecosistémicos importantes a través de la provisión de hábitats para el sostenimiento de la biodiversidad que, en el caso particular de las aves, se refleja en el mantenimiento de una avifauna singular y distintiva respecto de la que ofrecen otros tipos de ambientes (Codesido y Bilenca, 2014).

La pérdida y degradación de los ambientes naturales son la mayor amenaza para las especies silvestres, en particular para grupos que desempeñan diversas funciones biológicas. Las aves rapaces diurnas influyen en la estructura y dinámica de los ecosistemas naturales (Thiollay, 2007).

Estas aves determinan los patrones estructurales y de composición de las comunidades de sus presas, reciclan la materia muerta del ambiente, controlan plagas en cultivos y se les valora como indicadores de la calidad ambiental por su sensibilidad a las perturbaciones humanas o contaminantes ambientales (Vázquez *et al.*, 2009).

La presencia de las aves rapaces diurna en un determinado ambiente depende de diferentes factores o combinación de ellos, como el estado de conservación del mismo, la disponibilidad de alimento, la presencia de fuentes de perturbación e incluso la época del año, pues tanto los movimientos migratorios como la época de reproducción influyen en la riqueza y abundancia de este grupo (Carmona *et al.*, 2017). Por ser generalmente poco abundantes y raras, las rapaces diurnas son un grupo vulnerable a cambios ambientales causados por actividades humanas o fenómenos naturales. Por esta razón, varias especies se les reconoce como amenazadas.

En México, el 77% de rapaces diurnas se encuentran en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2002). Sin embargo, a pesar de este elevado porcentaje el estudio ecológico y biológico con rapaces en las zonas áridas de México es muy limitado. Algunos trabajos publicados hacen mención de aves rapaces en la zona, informando la presencia de *Buteo plagiatus*, *Parabuteo unicinctus*, *Bubo virginianus*, *Buteo swainsoni*, *Falco peregrinus* (Garza *et al.*, 2007; CONANP, 2006; González, 2017). Sin embargo, no hay trabajos que aborden toda la comunidad de aves rapaces en el ecosistema de pastizal de Mapimí, Durango. Desde esta perspectiva, el estudio se realizó para estimar la diversidad de aves rapaces diurnas, del ecosistema.

Materiales y Métodos

El área de estudio se localiza entre los paralelos 25° 29' y 26° 51' de latitud norte; los meridianos 103° 33' y 104° 37' de longitud oeste; altitud entre 1100 y 2900 m (INEGI, 2005). El clima en esta zona es seco desértico, con régimen de lluvias en verano e invierno fresco. La temperatura media anual varía de 19 a 21 °C, el promedio de las temperaturas máximas y mínimas de 29 y 11 °C respectivamente, por lo que se dice que es un clima extremo (Rojas, 2001). Las lluvias, por lo general son escasas y mal distribuidas, la precipitación promedio anual es de 215.5 mm. Es una región prioritaria representativa del desierto Chihuahuense, particularmente de los ambientes de bolsones, con importante presencia de especies clave propias de pastizal halófilo y del matorral desértico micrófilo, los tipos de vegetación más representados.

El estudio se realizó durante la temporada de otoño de 2017, en la zona sur del municipio de Mapimí, Durango. La vegetación está integrada en su mayor parte por diferentes comunidades de matorral desértico micrófilo y asociaciones de matorral desértico rosetófilo, pastizal natural y pastizal inducido.

La abundancia y diversidad de las aves rapaces diurnas se determinó por medio del método de muestreo de transecto lineal (Posadas *et al.*, 2011), método apropiado para muestrear grandes áreas, y donde el objeto de estudio cuenta con poblaciones con alta densidad y donde los individuos son muy móviles. Los muestreos se realizaron con una frecuencia de cada 15 días (dos por mes), entre las 7:00 y 18:00 horas. Cada observación fue registrada y fotografiada, posteriormente los individuos fueron identificados con el apoyo de Guías para la identificación de aves y la plataforma *online* de naturalista de la CONABIO.

La información se sistematizó por género y especie. Además, los individuos fueron clasificados de acuerdo a su categoría de residencia y riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010).

Resultados y Discusión

Durante tres meses se registraron 10 especies de rapaces diurnas, del orden Accipitriformes y Falconiformes. Se observaron 49 individuos en los seis muestreos realizados. De las especies identificadas en este trabajo, cinco se encuentran sujetas a protección especial y solamente una se encuentra amenazada, respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cuadro 1).

La abundancia de aves varió entre los hábitats, teniendo mayores registros las áreas de pastizal y áreas abiertas, y en menor medida las áreas de cultivo (Figura 1). La selección de hábitat por rapaces estaría influenciada por la accesibilidad y abundancia de presas como roedores, aves e insectos. Los hábitats más usados en este estudio se caracterizan por tener más accesibilidad de presas con respecto a otras áreas. Como fue observado en otros estudios (Bechard, 1982; Preston, 1990; Leveau y Leveau, 2002) estas rapaces evitaron los cultivos, debido posiblemente a una mayor altura y densidad de las plantas con respecto a los otros hábitats.

Cuadro 1. Abundancia mensual de aves rapaces diurnas durante la temporada de otoño de 2017 en Mapimí, Durango, en tres tipos de hábitat.

Especie		Categoría de riesgo	Tipo de vegetación		
Nombre común	Nombre científico		Pastizal	Áreas de cultivo	Áreas abiertas
Aguililla cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>		5	3	5
Aguililla rojinegra	<i>Parabuteo unicintus</i>	Pr	5		3
Aguililla de swainsoni	<i>Buteo swainsoni</i>	Pr	3	1	4
Cernícalo Americano	<i>Falco sparverius</i>		4	2	3
Halcón mexicano	<i>Falco mexicanus</i>	A			1
Milano cola blanca	<i>Elanus leucurus</i>		1		
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	Pr		1	1
Gavilán de cooper	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr	1		2
Aguililla cola blanca	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Pr	2		
Aguililla cola corta	<i>Buteo brachyurus</i>		2		

Pr=Protección especial, A=Amenazada. Categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

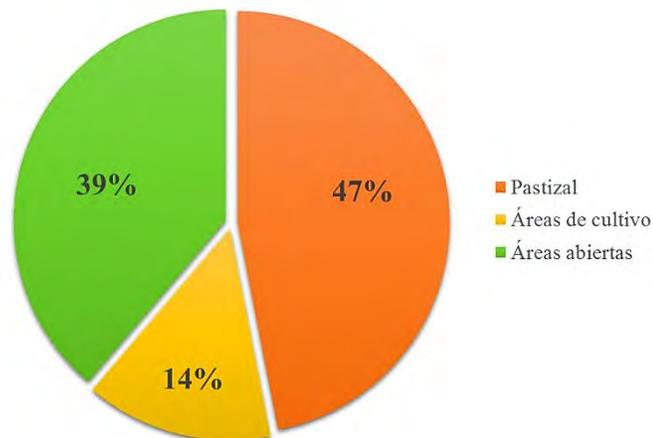


Figura 1. Porcentaje de uso de hábitat de aves rapaces diurnas en Mapimí, Durango.

Conclusiones

La mayor parte de las aves rapaces diurnas fue encontrada en sitios de pastizal, lo que confirma su importancia como hábitat seleccionado por este tipo de aves en Mapimí Durango. Lo anterior permite reflexionar sobre la necesidad de conservar el paisaje mediante la protección de la mayor parte de los pastizales, para propiciar el equilibrio ecológico que permita, a su vez, proteger la biodiversidad y los recursos naturales de la entidad.

Literatura Citada

- Bechard M.J.1982. Effect of vegetative cover on foraging site selection by Swainson´s Hawk. *Condor* 84:153-159
- Carmona, R., Mendoza, L. F., Molina, D., Ortega, L., Miramontes, E. y Cruz M. 2017. Presencia espacial y temporal de aves rapaces diurnas (Aves: Accipitriformes, Falconiformes) en Marismas Nacionales, Nayarit-Sinaloa, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 33(1).
- Codesio M. y David N. Bilenca. 2014. Los pastizales y el servicio de soporte de la biodiversidad: respuesta de la riqueza de aves terrestres a los usos de la tierra en la provincia de Buenos Aires. Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.
- CONANP. 2006. Programa de conservación y manejo. Reserva de la Biosfera Mapimí. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT. México.
- Chávez S., L.; Ramos L., M.; Álvarez F., A. y Licea C., L. 2015. Inventario ornitológico de cuatro ecosistemas de pastizales en la Cuenca del Cauto, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*. Vol. 4, No. 1. Pp. 115-119.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Garza, H., A., Aragón P., E. E., Neri, F. M., Sánchez, R. A., De León M G D., Gutiérrez R., S. R. 2007. Guía de aves de la reserva de la biosfera de Mapimí. Centro de ecología regional. Durango. México.
- González J., A. 2017. Ornitofauna del matorral desértico micrófilo en el sureste de Mapimí, Durango.
- INEGI. 2005. Prontuario de información geográfica de los Estados Unidos Mexicanos. Mapimí, Durango. Clave geoestadística 10013.
- Leveau, L. M. y Leveau, C. M. 2002. Uso de hábitat por aves rapaces en un agroecosistema pampeano. *Hornero* 017 (01): 009-015
- Osorio H., B. C. 2014. Inventario de la biodiversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del “Humedal Laguna el Oconal” del Distrito de Villa Rica. *Práctica Profesional: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María Perú.*

- Posadas L., C.; Chapa V., L.; Arredondo M., J. T. y Huber S., E. 2011. Riqueza de especies de aves de pastizal evaluadas por dos métodos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. Vol. 2. No. 3.
- Preston C. 1990. Distribution of raptor foraging in relation to prey biomass and habitat structure. *Condor* 92:107-112
- Rojas D., C. O. 2001. Producción de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) bajo el sistema de agricultura orgánica. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango. México.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre y acuática en peligro de extinción, amenazada, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. México, D. F.
- Thiollay, J. M. 2007. Raptor communities in French Guiana: distribution, habitat selection, and conservation. *Journal of Raptor Research* 41:90-105.
- Vázquez P., Enríquez P. L. y Rangel S., J. L. 2009. Diversidad de aves rapaces en la Reserva de la Biosfera Selva el Ocote, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80: 203-209.

TÉCNICAS NUCLEARES, HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO PARA MATRICES AMBIENTALES DEGRADADAS

NUCLEAR TECHNIQUES, DIAGNOSTIC TOOLS FOR DEGRADED ENVIRONMENTAL MATRICES

Marusia Renteria¹ Alicia Melgoza¹, y Carmelo Pinedo¹
¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua

Resumen

Las inadecuadas prácticas en las actividades como la agricultura, minería y ganadería propician una degradación ambiental. El objetivo de este trabajo es mostrar el uso de técnicas nucleares como herramientas de diagnóstico. Estas técnicas comprenden la determinación de elementos radiactivos naturales o antropogénicos. Existen varios trabajos que muestran la importancia del uso de estas técnicas y como la degradación se puede determinar espacial y temporalmente. La concientización de los diferentes sectores de la sociedad aunados a adecuados programas en las diferentes actividades económicas, conllevan a una mitigación de la degradación ambiental.

Abstract

Inadequate practices in activities such as agriculture, mining, and livestock cause environmental degradation. The objective of this work is to show the use of nuclear techniques as diagnostic tools. These techniques include the determination of natural or anthropogenic radioisotopes. There are several works that show the importance of using these techniques and how degradation can be determined spatially and temporally. The awareness of the different sectors of society together with adequate programs in the different economic activities, lead to a mitigation of environmental degradation.

Palabras Clave: degradación, radioisótopos, erosión, contaminación

Introducción

Las actividades humanas tales como ganadería, agricultura, minería hasta los conflictos militares, como producto directo o indirecto, han traído un aumento en los procesos de degradación de las zonas árida y semiáridas. Sus manifestaciones más significativas son la pérdida de productividad y complejidad biológica, el deterioro de la vegetación (Melgoza *et al.*, 2014), la alteración del balance hídrico y la erosión del suelo. Los procesos de erosión hídrica y eólica que debilitan el suelo y aceleran la desertización.

Las malas prácticas sobre el uso del suelo y agua se llevan a cabo actualmente de una manera más intensa. El deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves e impide lograr el uso eficiente del recurso ya que compromete la disponibilidad, calidad y cantidad. La contaminación de agua superficial y subterráneos está vinculada fundamentalmente con las actividades agropecuaria, industrial y minera (descarga de afluentes, aceites, hidrocarburos, agroquímicos, y otros productos tóxicos.). Los contaminantes pueden viajar largas distancias depositándose lejos de la fuente donde fueron emitidos. Debido a lo anterior, el crecimiento de la vegetación puede verse disminuido, y aunado a algunas técnicas de cultivo facilita la erosión del suelo. En ambientes áridos el mal manejo del pastoreo puede provocar la desertificación. El

sobrepastoreo es la principal causa humana de desertización en el mundo. Los suelos del área de pastizal en Chihuahua están sometidos a diferentes tipos de afectaciones por excesos hídricos, donde la minería, agricultura y ganadería poseen mayor preponderancia.

A nivel mundial, las técnicas nucleares son aplicadas en múltiples ámbitos con el objetivo de mejorar la calidad de ecosistemas y del ser humano (UNSCEAR 2000). En los últimos años, la información técnica de proyectos regionales se ha enfocado en aspectos de interés común; ejemplo de ello son información nuclear, protección radiológica, salud humana, agricultura, hidrología, industria y mantenimiento y reparación de instrumentos nucleares utilizados con fines de investigación, entre otros. Así mismo, la aplicación de las técnicas nucleares está ganando auge en la agricultura: generación de tecnologías sobre el uso integrado y eficiente del agua, fertilizantes y fuentes alternativas de nutrición en sistemas de cultivo y su aporte al incremento de la productividad agrícola (Urushadze and Manakhov 2017). Debido a lo anterior, en este trabajo se muestran las técnicas nucleares como herramienta de diagnóstico para la determinación de la degradación, principalmente por contaminación y erosión, de ecosistemas como el pastizal.

Materiales y Métodos

Las matrices ambientales dentro de un pastizal degradado que se pueden evaluar son suelo, agua y planta. Las áreas de muestreo pueden ser establecidas según el objetivo que se desee contestar; información general del área de estudio: a) datos climatológicos, fisiografía, geología, tipo de suelo, actividades económicas, recursos hídricos, perfil del suelo, horizonte genético y b) Criterios de selección del área de estudio. Otra utilidad del uso de técnicas nucleares es la determinación de erosión de suelo. Así, para la determinación de la calidad de suelo, agua y sedimentos se emplean las técnicas espectrométricas alfa, beta y gama, entre otras, para la detección de contaminantes y su movilidad. Los radioisótopos más empleados en la detección son los emisores alfa ^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn y ^{210}Po . Los elementos más frecuentemente estimados por detección gama son los de la serie del ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{137}Cs y ^{40}K (beta emisor). Estos últimos, nos brindan información sobre la procedencia del suelo, datación y erosión. Todos los resultados deben ser tratados estadísticamente, así como tratados con el uso de metodologías geoespaciales para brindar una mayor comprensión de los fenómenos evaluados.

Resultados y Discusión

Los resultados de la aplicación de técnicas nucleares son muy variados, es esta revisión hablaremos sobre degradación de suelo por contaminación y erosión. Ejemplo de esto se tiene publicado para las concentraciones de cationes radiactivos en suelo, agua y plantas, así como la distribución espacial y temporal de estos. Así, el ^{90}Sr y ^{137}Cs son radioisótopos antropogénicos de gran interés, ya que desde un punto de vista biológico son excepcionalmente peligrosos debido a sus similitudes químicas con los nutrientes Ca y K, respectivamente. Con ello, al encontrarse presente en altas concentraciones en suelo, estos pueden estar siendo fijados o traslocados por las plantas de cualquier ecosistema conllevando a que entren en la cadena trófica. A nivel mundial, los resultados de evaluación de concentraciones del estroncio y cesio que fueron depositadas en suelo provenientes del gran accidente radiactivo de Chernóbil, de 1986, muestran que siguen estando presentes (Urushadze and Manakhov 2017). En este estudio, las concentraciones de ^{90}Sr fueron encontradas en este trabajo no superaron los 11 kB/m². Sin embargo, para el ^{137}Cs la situación evaluada fue diferente. En la Figura 1, se presentan los resultados de las concentraciones de ^{137}Cs a diferentes profundidades y de manera espacial. El ^{137}Cs aumenta su concentración a 40 cm en

suelo Podzol alcanzando un valor de hasta 70 KBq/m² y se fue encontrado en más altas concentraciones al noroeste de la región estudiada.

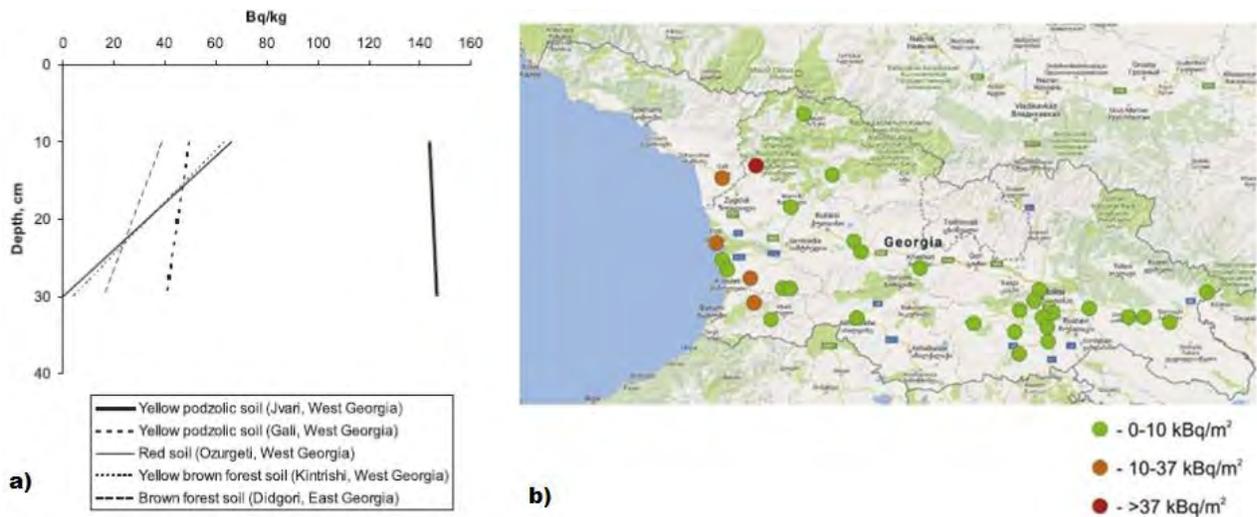


Figura 1. Distribución espacial de las concentraciones de ¹³⁷Cs en suelos de una región cercana al accidente de Chernóbil (Urushadze and Manakhov 2017): a) presentes en diferentes tipos de suelo y a profundidad, y b) presencia a nivel espacial.

Con respecto al accidente de Fukushima en 2011, autores comparan la liberación de radionúclidos hacia ecosistemas circundantes con similares magnitudes (Yoschenko, Ohkubo et al. 2018). Autores han probado que los suelos con altas cantidades de arcilla, también retienen estos materiales radiactivos (Szabó, Udvardi et al. 2012, Matsuda, Mikami et al. 2015, Kaltofen and Gundersen 2017). Además, se ha estudiado que las plantas creciendo bajo estos ambientes no distinguen entre congéneres químicos (Fujiwara, Takahashi et al. 2015, Yoschenko, Takase et al. 2018).

Por otra parte, los radioisótopos naturales como el ²³⁸U, ²³²Th, ²²⁶Ra y ⁴⁰K en diferentes matrices de ecosistemas han sido ampliamente evaluados. Las concentraciones de radionúclidos naturales también pueden ser transferidas a la cadena trófica por medio de las plantas. Así las concentraciones (Bq/kg) promedio en suelo a nivel mundial para estos radioisótopos son (UNSCEAR 2000): 35 (²³⁸U), 30 (²³²Th), 35 (²²⁶Ra) y 400 (⁴⁰K). Sin embargo, hay zonas que cuentan con mayores concentraciones de estos; como los son algunas zonas del estado de Chihuahua. En la ciudad de Aldama, las concentraciones para los diferentes radioisótopos en suelo han sido encontradas de hasta 50 para ²³⁸U, de 60 para ²³²Th y de 1031 para ⁴⁰K (Colmenero Sujo, Montero Cabrera et al. 2004). Así mismo, para la ciudad de Chihuahua, estos elementos estuvieron en cantidades de 58, 79, y 1116 Bq/kg, respectivamente (Luevano-Gurrola, Perez-Tapia et al. 2015). La fuente de emisión de estos elementos es natural, se encuentra en los diversos yacimientos de mineral de uranio, de origen ígneo y sedimentario, que se localizan en el territorio Chihuahuense. Los principales se encuentran en Moctezuma (Aldama, norte), Adargas (López, sur), San Marcos (Chihuahua, centro), Placer de Guadalupe y Peña Blanca (Aldama, centro). Este último, es el yacimiento más grande del estado y fue explotado hasta finales de los 80's. Con el análisis y determinación de estos radioisótopos podemos observar la movilidad y distribución de ellos en agua, suelo, sedimentos y su biodisponibilidad para las plantas. Lo anterior es debido a las

propiedades químicas de cada radioelemento y las propiedades físicas y químicas del medio que se está evaluando. Así, el pH, potencial oxido-reducción, conductividad eléctrica, tipo de partículas, son ejemplos de las condiciones del medio para la movilidad de elementos tóxicos (Julia Mihajlovic 2018; Abdelhalim Miftah, 2018).

Por otra parte, el origen de los radioisótopos útiles para estudiar erosión-deposición del suelo se puede llevar a cabo con técnicas nucleares y en zonas con alteraciones debidas a actividades económicas. Las consecuencias de las prácticas inadecuadas sobre ecosistemas, ocasionan una exposición del suelo a los agentes erosivos, debido a la disminución de la cubierta vegetal; ejemplo de esto es el sobrepastoreo. Estos factores favorecen a la erosión hídrica, y si el lugar tiene pendiente aunado a un lugar con clima seco se favorece la erosión eólica. El sobrepastoreo facilita la desertificación de áreas semiáridas y la desprotección de las cabeceras de cuenca en la zona de mayor altitud. La erosión del suelo es una amenaza global. Cada año se pierden 75 mil millones de toneladas de suelo fértil de los sistemas agrícolas mundiales. La magnitud y la tasa de erosión del suelo pueden determinarse mediante espectrometría gama comparando el contenido del radionúclido ^{137}Cs en sitios de erosión o depósito con el contenido de ^{137}Cs en áreas estables inalteradas.

La distribución vertical o perfil de ^{137}Cs en los suelos, debido a la presencia de este en el ambiente por los accidentes nucleares principalmente, refleja una serie de procesos físicos, fisicoquímicos y biológicos que operan en el sistema suelo. La redistribución lateral de ^{137}Cs en los suelos por procesos biológicos y químicos es insignificante en comparación con el movimiento de ^{137}Cs por procesos físicos, es decir, la erosión por el transporte de agua y viento. Por lo tanto, el ^{137}Cs se puede utilizar como un marcador para el estudio de los procesos físicos de la erosión y la sedimentación y puede proporcionar información cuantitativa sobre sus tasas y patrones espaciales (Martinez, Hancock et al. 2009, Hancock, Wells et al. 2015). El estimado de la redistribución del ^{137}Cs se basa en la comparación del inventario de actividad total por unidad de área del radioisótopo en los puntos de la zona de estudio con un estimado del inventario equivalente de la zona que representa la precipitación radiactiva en suelos de la zona en terrenos degradados y no degradados (llamado inventario de referencia). Este inventario de referencia se establece en zonas adyacentes que no hayan sido alteradas por erosión ni depósito. Si el inventario del punto es menor que el de referencia se asume que hay erosión y si es mayor, depósito o sedimentación de suelo (Estrany, Garcia et al. 2010, Furuichi and Wasson 2013).

Conclusiones

Las técnicas nucleares son parte de las varias herramientas de diagnóstico de ambientes degradados, las cuales contribuyen a elegir y llevar a cabo acciones para la restauración de estos. El éxito en la rehabilitación de espacios degradados depende no sólo del uso de técnicas adecuadas, sino también de factores como la sensibilidad de los diferentes sectores de la sociedad frente al medio ambiente, de un marco integral de políticas públicas propicias y de las necesidades locales. Si las amenazas de origen natural o humano al medio ambiente son persistentes es necesario mantener estas acciones en los ecosistemas con el objetivo de mitigar la degradación. Finalmente, las actividades como minería, industria y pastoreo se deben realizar de una manera menos nociva para el medio ambiente.

Literatura Citada

- Abdelhalim Miftah Driss El Azzabb Ahmed Attoua Ahmed Manarc Ahmed Rachida Haytam Ramhya. 2018. Geochemical mapping of radioactive elements using helicopter-borne gamma-ray spectrometry (Tiouit, Eastern Anti-Atlas, Morocco): Or occurrence and environmental impact. *Journal of African Earth Sciences*, 139: 392-402. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.12.013>
- Colmenero Sujo, L., M. E. Montero Cabrera, L. Villalba, M. Renteria Villalobos, E. Torres Moye, M. Garcia Leon, R. Garcia-Tenorio, F. Mireles Garcia, E. F. Herrera Peraza and D. Sanchez Aroche (2004). "Uranium-238 and thorium-232 series concentrations in soil, radon-222 indoor and drinking water concentrations and dose assessment in the city of Aldama, Chihuahua, Mexico." *Journal of Environmental Radioactivity* **77**(2): 205-219.
- Estrany, J., C. Garcia and D. E. Walling (2010). "An investigation of soil erosion and redistribution in a Mediterranean lowland agricultural catchment using caesium-137." *International Journal of Sediment Research* **25**(1): 1-16.
- Fujiwara, K., T. Takahashi, P. Nguyen, Y. Kubota, S. Gamou, S. Sakurai and S. Takahashi (2015). "Uptake and retention of radio-caesium in earthworms cultured in soil contaminated by the Fukushima nuclear power plant accident." *Journal of Environmental Radioactivity* **139**: 135-139.
- Furuichi, T. and R. J. Wasson (2013). "Caesium-137 in Southeast Asia: Is there enough left for soil erosion and sediment redistribution studies?" *Journal of Asian Earth Sciences* **77**: 108-116.
- Hancock, G. R., T. Wells, C. Martinez and C. Dever (2015). "Soil erosion and tolerable soil loss: Insights into erosion rates for a well-managed grassland catchment." *Geoderma* **237-238**: 256-265.
- Kaltofen, M. and A. Gundersen (2017). "Radioactively-hot particles detected in dusts and soils from Northern Japan by combination of gamma spectrometry, autoradiography, and SEM/EDS analysis and implications in radiation risk assessment." *Science of The Total Environment* **607-608**: 1065-1072.
- Luevano-Gurrola, S., A. Perez-Tapia, C. Pinedo-Alvarez, J. Carrillo-Flores, M. E. Montero-Cabrera and M. Renteria-Villalobos (2015). "Lifetime Effective Dose Assessment Based on Background Outdoor Gamma Exposure in Chihuahua City, Mexico. ." *Int. J. Environ. Res. Public Health* **12**: 12324-12339.
- Martinez, C., G. R. Hancock and J. D. Kalma (2009). "Comparison of fallout radionuclide (caesium-137) and modelling approaches for the assessment of soil erosion rates for an uncultivated site in south-eastern Australia." *Geoderma* **151**(3): 128-140.
- Matsuda, N., S. Mikami, S. Shimoura, J. Takahashi, M. Nakano, K. Shimada, K. Uno, S. Hagiwara and K. Saito (2015). "Depth profiles of radioactive cesium in soil using a scraper plate over a wide area surrounding the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, Japan." *Journal of Environmental Radioactivity* **139**: 427-434.
- Melgoza Castillo, A., M. I. Balandrán Valladares, R. Mata-González y C. Pinedo Alvarez. 2014. Biología del pasto rosado *Melinis repens* (Willd.) e implicaciones para su aprovechamiento o control. Revisión. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias* **5**:429-442.
- Mihajlovica J. and Rinklebeab J. 2018. Rare earth elements in German soils - A review, *Chemosphere*, 205: 514-523, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.04.059>
- Szabó, K. Z., B. Udvardi, Á. Horváth, Z. Bakacsi, L. Pásztor, J. Szabó, L. Laczkó and C. Szabó (2012). "Cesium-137 concentration of soils in Pest County, Hungary." *Journal of Environmental Radioactivity* **110**: 38-45.
- UNSCEAR (2000). "Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly. Annex B: Exposures from natural radiation sources." 123-124.
- Urushadze, T. F. and D. V. Manakhov (2017). "Radioactive contamination of the soils of Georgia." *Annals of Agrarian Science* **15**(3): 375-379.
- Yoschenko, V., T. Ohkubo and V. Kashparov (2018). "Radioactive contaminated forests in Fukushima and Chernobyl." *Journal of Forest Research* **23**(1): 3-14.
- Yoschenko, V., T. Takase, T. G. Hinton, K. Nanba, Y. Onda, A. Konoplev, A. Goto, A. Yokoyama and K. Keitoku (2018). "Radioactive and stable cesium isotope distributions and dynamics in Japanese cedar forests." *Journal of Environmental Radioactivity* **186**: 34-44.

APLICACIONES DE TELEFONÍA INTELIGENTE PARA GANADERÍA EXTENSIVA EN PASTOREO. REVISIÓN

APPLICATIONS FOR EXTENSIVE LIVESTOCK FARMING USING SMART PHONE. A REVIEW

Pablo A. González-Tena¹, Adrián R. Quero-Carrillo¹, Everardo González-Padilla², Leonor Miranda-Jiménez¹, Daniel Talavera-Magaña³, Magdalena Crosby-Galván¹, José G. Herrera-Haro¹

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, ³Campus SLP-Colegio de Postgraduados

Resumen

Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), herramientas útiles para ganadería, facilitan acceso y organización del conocimiento disponible para el sector. Durante los últimos años ocurre en el mercado una explosión de dispositivos móviles, con capacidades constantemente mayores (potencia de cómputo) y son atractivos por aplicaciones y servicios conectados (especialmente en los dominios de negocios e información) con la ventaja de movilidad. Este crecimiento implica un aumento constante de accesos de Internet móvil donde los celulares inteligentes (Smartphone) cuentan con aplicaciones (Apps) algunas de las cuales son de uso común y en expansión dinámica para múltiples áreas incluyendo ganadería. El objetivo es analizar información bibliográfica sobre las Apps para apoyo y mejora de actividades que inciden en la eficiencia productiva del hato ganadero. Se incluye información relacionada con el uso de Apps, así como los que intervienen en las relaciones entre productores ganaderos y profesionales del área. Se analizaron veintiún Apps en diferentes áreas como pronóstico de clima, análisis de suelo, medición de superficies, control y mejora de eficiencia del hato, mercado de carnes, mercado de granos y mejora de fotografías digitales. Mucha de esta información, se potencializa con vínculos a programas básicos como Excel, Word y mensajería electrónica. Las Apps para el entorno ganadero representan un tema de enorme interés, demostrando su utilidad en el cuidado del ganado; lo cual facilita estudios de mejora y producción animal; similarmente, fortalece la relación extensionista-ganadero. Surgiendo constantemente Apps las cuales representan una oportunidad para la producción moderna y eficiente.

Palabras clave: Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), Ganadería inteligente, Aplicación para Celular (Apps), Teléfono celular inteligente y producción ganadera.

Abstract

Information and Communication Technologies (ICT), useful tools for livestock productivity, facilitate access and organization of knowledge available to the sector. During the last years, an explosion of mobile devices has occurred in the market, constantly with greater capacities (computing power) and these are attractive for connected applications and services (especially in the business and information domains) with the advantage of mobility. This growth implies a constant increase of mobile Internet accesses where smartphones (Smartphone) have applications (Apps), some of which are commonly used and under a dynamic expansion for multiple areas including livestock production. The objective is to analyze bibliographic information on the Apps for support and improvement of activities surrounding herd's productive efficiency. We include information related to the use of Apps, as well as those that intervene in the relationships between

livestock producers and professionals related. Twenty-one Apps were analyzed for different subjects: weather forecast, soil analysis, surface measurement, herd control and efficiency, meat/grain market, and improvement of digital photographs. Much of this information is enhanced through links to programs such as Excel, Word and electronic messaging. Apps for livestock management represents a topic of great interest, demonstrating its usefulness in the care of the cattle enterprise; which facilitates studies to improve animal production performance; similarly, strengthens the extension-livestock relationship. Emerging constantly, Apps availability and management represent an opportunity for modern and efficient production.

Keywords: Information and Communication Technologies (ICT), Smart livestock production, Mobile Application (Apps) for livestock production.

Introducción

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se han vienen aplicando a diversas actividades productivas, incluyendo la ganadería; lo anterior, de manera sólida y consistente para incidir como alternativa en la atención integral a la ganadería (Bravo *et al.*, 2008). Las TIC, fuente de información y de procesos, permiten acceder a contenidos rápida y fácilmente, otorgan formas innovadoras de comunicación veraz (Duque *et al.*, 2007); similarmente, representan un medio sólido de aprendizaje y no sustituyen herramientas tradicionales, complementando actividades y recursos, sin importar ubicación geográfica (Noreña Wiswell, 2014). A través del uso eficiente de las TIC, se puede lograr un desarrollo sólido de, prácticamente, cualquier aspecto productivo y gestión ganadera (Autrán y Huerta, 2015). Las TIC pueden transformar la producción, comercialización y, aún más importante, flujo de información y conocimiento del sector (Alam *et al.*, 2011). Las TIC son una ventana al mundo, permiten acceso a contenidos de forma sencilla, sin importar la geografía y representan una forma de comunicación veraz (Asif *et al.*, 2017).

La tecnología incluye intercambio de información fácil y cómodamente y el Smartphone es un pilar de la comunicación actual, permitiendo acceso ininterrumpido a internet, conexión con otros medios de comunicación e interacción con aplicaciones (Apps) Smartphone (García-Muñoz y Vicente, 2014). El concepto de Apps representa programas “software” diseñados para Smartphone, tabletas y dispositivos celulares; igualmente, optimizar el uso del “hardware” del Smartphone (Bárcena *et al.*, 2018). El Smartphone tiene ventajas clave: accesibilidad, comunicación de voz y datos y entrega de servicios en tiempo real (Autrán y Huerta, 2015). Como resultado, existe una explosión global en Apps (tipo y número) para Smartphone, apoyada por la rápida evolución de redes, mayores funciones y menor costo de teléfonos (Brossard *et al.*, 2016).

Los patrones de uso de información en los hogares (INEGI-IFT, 2017) indican la adopción de TICs y su evolución en México: 72% de la población de seis años o más utiliza el teléfono celular inteligente (CELI); ocho de cada diez con posibilidad de conectarse a Internet; el número propietarios de un CELI creció de 60 millones a 64 millones (2016 a 2017) y los que se conectan a internet, de 89% a 92%. Se instalaron 36 millones de aplicaciones de CELI: 92% mensajería instantánea, 79% acceso a redes sociales, 69% contenidos de audio y video; 16%, alguna aplicación de banca móvil. El uso del CELI ha reducido la brecha digital rural:urbana con 86 y 92% de usuarios conectándose a través del CELI, respectivamente. El objetivo es difusión y uso de aplicaciones móviles y, con base en su complejidad, beneficio y alcance potencial, definir prácticas que coadyuven a la producción ganadera a través del CELI en México e identificar retos para lograr un efecto multiplicador de conectividad, específicamente, de banda ancha.

Materiales y Métodos

Se desarrollaron acciones para identificar mejores prácticas, un marco de trabajo que define los factores de difusión de desarrollo (oferta) y aquellos de difusión de uso (demanda); similarmente, los factores que incrementan la oferta y, por tanto, desarrollo de aplicaciones móviles a través de la plataforma tecnológica; participación ciudadana; conocimiento técnico y recursos económicos. Se agruparon con base en similitud de procesos y objetivos a través de la identificación de iniciativas más populares enfocadas a difusión de uso y desarrollo de aplicaciones móviles. Se seleccionaron y analizaron tres por área de acuerdo a: 1) pronóstico del clima, 2) análisis de tipo de suelo, 3) medición de área, 4) mercado agropecuario, 5) fotografía digital desde el CELI y 6) manejo de parámetros de hato. Para aplicaciones prácticas resultantes se determinó su tipología y aquellas aplicables en México. Además, fueron analizadas con base a esfuerzo, beneficio y alcance potencial, proponiendo escenarios a corto, mediano y largo plazo. Se describe la clasificación de criterios: 1. Interfaz gráfica: Características de formato de la app (diseño y/o estructura). 2. Contenido: Valor de información contenida. 3. Facilidad de uso: Características de la app para operar las funciones ofrecidas. 4. Desempeño: Características técnicas para uso adecuado de recursos del sistema y evitar fallas. 5. Seguridad: Para preservar confidencialidad e integridad de información del usuario.

Resultados y Discusión

Se muestran las tres mejores aplicaciones en diversas áreas como Pronóstico de Clima (Cuadro 1), análisis del tipo de suelo (Cuadro 2), medición de superficies (Cuadro 3), control y mejora de eficiencia del hato (Cuadro 4), mercado de carne (Cuadro 5), mercado de granos y su cotización (Cuadro 6), toma y mejora de fotografías digitales (Cuadro 7).

Cuadro 1. Aplicaciones para el pronóstico del Clima.

Nombre de la App	Liga para descarga	Descripción
Pronóstico del tiempo	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chanel.weather.forecast.accu	Aplicación meteorológica para la previsión del tiempo, tiene información meteorológica precisa para cualquier momento del tiempo local lluvia, tormenta, hielo y nieve en tiempo real.
Yahoo Tiempo	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.yahoo.mobile.client.android.weather&hl=es_419	Información, tiempo real, del clima mundial y, al consultar un sitio, muestra imagen relacionada con las condiciones actuales del lugar.
Tiempo The Weather Channel	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.weather.Weather	Pronóstico preciso y confiable. Pantalla de inicio dinámica, los cambios dependen de la ubicación actual, pronósticos por hora, para 15 días y para fin de semana. Unidades del sistema métrico.

Cuadro 2. Aplicaciones para el análisis del tipo de suelo.

Nombre de Apps	Link para descarga	Descripción
Textura del suelo	https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_serchjimenez_1990.Textura	Determina la textura de acuerdo al triángulo de textura del USDA. Clasifica suelo por su pH.
Calculadora Intagri	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fervil.calcint	Permite realizar cálculos para convertir la concentración en cantidades de fertilizante expresada en kilogramos o litros por metro cúbico de agua que se deben añadir.
Muestra de suelo	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.noframe.farmissoilssamples	Herramienta eficaz para muestreo de suelos en el campo. Cómo usar el muestreo de suelo.

Cuadro 3. Aplicaciones para la medición de superficies.

Nombre de Apps	Link para descarga	Descripción
Medición de áreas y distancias *	https://play.google.com/store/apps/details?id=lt.noframe.fieldsareameasure	Marcación rápida del área/distancia. Utilidad del modo Marcación Inteligente para precisa de claves. Opción de deshacer todas las acciones de medición. Seguimiento GPS para caminar/conducir alrededor del límite.
GPS Área Calculadora Campo Medición	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.insha.GPSArea.CalculatorField.Measurement	Calculadora de área de GPS: para medir áreas en el mapa. Se colocan los puntos y calcula el área También puede calcular el área total en ruta.
GPS tierra medición zona calculadora *	https://play.google.com/store/apps/details?id=star.gps.area.mapsmeasure	Calculadora de área GPS o la medición de área de campo. Los usuarios pueden elegir entre unidades: pies, metros y millas; además de la fórmula de medición terrestre GPS.

Cuadro 4. Aplicaciones para el control y mejora del hato.

Nombre de Apps	Link para descarga	Descripción
Control Ganadero 2018	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.grupoarve.cganadero	Utilizado para optimizar la gestión integral del ganado productor de leche o carne. Solución amplia y amigable para el control y reporte de la producción desde el CELI.
Control Bovino	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.devs.cowman	Control del ganado: partos, servicios, secados, evolución de peso, tratamiento de enfermedades, pesos de leche entre otros, para toma de decisiones sobre la mejor administración.
BovControl – Control de ganado	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bovcontrol.bovcontrol	Herramienta gratuita para pequeños y medianos productores. Recoge datos estratégicos para aumentar la productividad del ganado y apoyo de decisiones.

Cuadro 5. Aplicaciones para el mercado de la carne.

Nombre de Apps	Link para descarga	Descripción
SIO Carnes	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.agroindustria.sioCarnes	Sistema unificado de operaciones de compra venta de ganado, surge de datos obtenidos de las liquidaciones electrónicas presentadas a la AFIPEL.
INAC	https://play.google.com/store/apps/details?id=uy.gub.inac.appinac	Información por INAC sobre mercado de carne, para todos los CELI, rápidamente disponible.
Beef Market Central for Tablet	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.inetsgi.beefmarketcentral	Informes en tiempo real del mercado de ganado: suministro/demanda de carne de res, sacrificio diario y semanal, peso vivo, peso canal, importaciones/exportaciones, precios al menudeo, sacrificio estatal, almacenamiento en frío, precios de productos de alimentación.

Cuadro 6. Aplicaciones para el mercado de granos y su cotización.

Nombre de Apps	Link para descarga	Descripción
Precios Hoy	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.efectointerno.precioshoy	Precios, mercado, impuestos. Cotizaciones dólar, granos, soya, Chicago, futuros Rofex, otras divisas: Euro, Real, Corona, Libra, Franco y Yen.
#SoyAgro	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.upvoy.soyagro	Red de Graduados de Agronomía incluye: clima actual y próximos días. Cotizaciones de Granos.
Agrofy News	https://play.google.com/store/apps/details?id=fyomovil.com.android	Información de precios locales e internacionales, personalizable por localidad y noticias relevantes del sector.

Cuadro 7. Aplicaciones para toma y mejora de fotografías.

Nombre de Apps	Link para descarga	Descripción
Cámara HD: la mejor cámara con filtros y panoramas	https://play.google.com/store/apps/details?id=filter.camera.snap.photo.video.panorama	Resolución de foto: admite variedad de resoluciones según elección. Ubicación precisa: registra coordenadas de la toma. Exposición: Ajusta valor de exposición de la fotografía.
Cámara de alta velocidad (GIF)	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hantor.CozyCamera	Imágenes a alta velocidad (40 disparos por s). Crea Animated GIF con facilidad. Varios obturadores de las cámaras (de alta velocidad, de alta definición, Silent). Amigable
Night Mode Camera (Photo & Video)	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.psychos.nightmodecam	Selector Amplifier. Saturación de color picker. Modo verde de amplificación. Exposición rápida. frontal, cámara trasera.

Conclusiones

Las aplicaciones para Smartphone permiten trabajar en equipo presencial o vía remota. Es importante que más grupos de trabajo utilicen herramientas para trabajar eficazmente con el uso de la tecnología a su favor. El compromiso mutuo y comunicación clara entre personas que conforman un equipo de trabajo, son cualidades esenciales para lograr resultados. A través de la tecnología, se pueden coordinar acciones rápidas y eficaces. Toda innovación debe ser positiva para los sistemas ganaderos, la inclusión de teléfonos celulares Smartphone para la ganadería se incrementa. Este es el principio de herramientas que suponen avances importantes en la atención a la eficiencia de hato bovino siempre y cuando se mantenga la profesionalidad y se priorice la mejora en el servicio y la atención al ganadero.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado a través de la propuesta de Problemas Nacionales 2014 (248252): “Colecta, salvaguarda y evaluación de forrajeras (Poaceae) para pastoreo extensivo, nativas de México semiárido”; similarmente, por el apoyo financiero brindado para el desarrollo de este trabajo a través de la Beca de Doctor en Ciencias otorgada al primer autor.

Literatura Citada

- Alam, M. (2011) ‘Empowering Role of the Village Phone Program in Bangladesh: In Retrospect, in Prospect’, *Journal of Information Technology Impact*, 11(1), pp. 35–50. Available at: <http://www.jiti.com/v11/jiti.v11n1.035-050.pdf> (Accessed: 15 May 2014).
- Asif, A. S. *et al.* (2017) ‘Factors affecting mobile phone usage by the farmers in receiving information on vegetable cultivation in Bangladesh’, *Journal of Agricultural Informatics*, 8(2), pp. 33–43. doi: 10.17700/jai.2017.8.1.376.
- Autrán, R. R. and Huerta, G. L. C. (2015) ‘Tecnologías emergentes en el desarrollo agrícola: AgroTIC en el campo mexicano’, *INFOTEC. Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación*, p. 78. Available at: <https://www.infotec.mx/work/models/infotec/cuadernos/10/10.pdf>.
- Bárcena, A. *et al.* (2018) *Datos, algoritmos y políticas La redefinición del mundo digital*. Available at: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43477/7/S1800053_es.pdf.
- Bravo, L. *et al.* (2008) ‘Análisis de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en México’, p. 11. Available at: http://www.paginaspersonales.unam.mx/files/150/TIC_en_Mexico.pdf.
- Brossard, F. *et al.* (2016) ‘Hacia un modelo de inclusión digital rural : Una mirada sobre América Latina y el caso de Chile’, *Nueva Sociedad*, 262, pp. 97–108. Available at: http://nuso.org/media/articles/downloads/6.TC_Brossard_262.pdf.
- Duque, R. *et al.* (2007) ‘Chapter 3 History of ICT’, in *Past, Present and Future of Research in the Information Society*, pp. 33–45.

García-Muñiz, A. S. and Vicente, M. R. 2014. 'ICT technologies in Europe: A study of technological diffusion and economic growth under network theory', *Telecommunications Policy*. Elsevier, pp. 1–11. doi: 10.1016/j.telpol.2013.12.003.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)/Instituto Federal de Telecomunicaciones(IFT). 2018. *Encuesta Nacional de Uso de Tecnologías de la Información en Hogares, ENDUTIH 2017*.

Noreña WMI. 2014. 'Comunicación ancestral y tecnicidades: apropiaciones y resistencias', *Ámbitos* -, 24(1139–1979), p. 12. Available at: <http://www.redalyc.org/pdf/168/16832255003.pdf>.

HONGOS FITOPATÓGENOS EN SEMILLA COMERCIAL DE GENOTIPOS DE *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

PHYTOPATHOGENIC FUNGUS ON SEED OF COMMERCIAL SEED OF *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

Alicia Zarate-Ramos¹, Leticia Robles-Llerena², Adrián. R. Quero-Carrillo¹, Leonor Miranda-Jiménez¹, Cristián Nava-Díaz¹, Daniel Talavera-Magaña³, Martha Hernández-Rodríguez⁴

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco Edo. México. Autor de correspondencia queroadrian@colpos.mx ²CE Valle de México - INIFAP 3. Campus SLP-COLPOS

Resumen

La calidad biológica de la semilla es importante para establecer praderas en condiciones desafiantes de temporal semiárido. Uno de los aspectos a considerar es su calidad sanitaria; la cual, influye la calidad de semilla desde su cosecha y almacenamiento; por tanto, se debe tener en cuenta la conservación en buena sanidad de semilla para lograr praderas con alto potencial forrajero y productivo. En esta investigación se planteó diagnosticar la presencia de hongos fitopatógenos en semilla de pasto *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. Se evaluaron tres variedades: “NdeM-La Zarca” NdeM-303, NdeM-5 y dos genotipos de alto potencial productivo CP-162 y CP-181. Se extrajeron carióspsides a partir de la eliminación de brácteas accesorias de éstas: glumas, lemas y paleas. Carióspsides limpias de cada genotipo se sembraron en medio PDA y se evaluó la presencia de patógenos asociados a la semilla. Para evaluar la incidencia de enfermedades, se incubaron espiguillas por el método de papel secante y congelación. Se caracterizaron los aislados por morfología, en medio de cultivo PDA, CLA, SNA, V8 y PCA. Se realizaron pruebas moleculares amplificando ITS4 para *Fusarium*, *Alternaria* y *Bipolaris* y para *Fusarium* EF1. La caracterización morfológica y molecular confirmaron a *Fusarium proliferatum*, *Alternaria alternata* y *Bipolaris cynodontis* como las especies presentes en las semillas de pasto *B. curtipendula*. *A. alternata* presentó alta incidencia en la semilla evaluada. Los patógenos aislados son de importancia fitopatógena y económica. Esquemas de conservación y mejora sanitaria para lograr semilla de calidad y establecer praderas sanas, son requeridos.

Palabras clave: *Bouteloua curtipendula*, semillas, patógenos, sanidad, calidad.

Abstract

Seed quality is fundamental in order to achieve good levels of prairies establishment under semiarid harsh sowing conditions. One aspect to consider is sanity of seed, which is influenced from harvesting, storage conditions and sowing management. This research was developed in order to diagnosis of phytopathogen fungus for *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr seeds. Commercial seed of three varieties (NdeM-La Zarca, NdeM-303, NdeM-5) as well as two genotypes (CP-62, CP-181) was evaluated. Through elimination of accessory bracts (glumes, lemmas, and palea) caryopses were attained. Clean caryopses for each genotype were sown within PDA media and associated seed pathogens were determined. Whole spikelets were incubated through the drying paper and freezing technique. Isolated pathogens were analyzed by morphology on growing media PDA, CLA, SNA, V8, and PCA. Molecular tests were performed amplifying ITS4 for *Fusarium*, *Alternaria*, and *Bipolaris*, and for *Fusarium* EF1. Both morphology and molecular characterization confirmed to *Fusarium proliferatum*, *Alternaria alternata* y *Bipolaris cynodontis* as seed

pathogens present in *B. curtipendula* seeds. Isolated species are economically important pathogens. Both storage and sanitation best practices should be developed for seed management within this important species for prairie establishment.

Key words: *Bouteloua curtipendula*, seed sanitation, seed pathogens, seed quality.

Introducción

Las semillas son el principal vehículo para la propagación vegetal. Sin embargo, en su misión de portadoras de características genéticas, agronómicas y morfológicas, generadas por la investigación fitotécnica pueden servir también de vehículo para transportar patógenos que ocasionan deterioros y pérdidas de la producción agrícola; lo anterior, desde su cosecha a la siembra. La semilla ofrece condiciones nutricionales adecuadas a la plántula y otros organismos asociados a ésta, en busca de alimentos y oportunidades de sobrevivencia (Arriagada, 2012). En la producción de semilla, la patología tiene importancia para que ésta cumpla su función en condiciones favorables y económicamente viables. La asociación patógenos: semilla no solo ocasiona daños directos en campo, sino que los efectos negativos pueden afectar todo el sistema agrícola (Ridao, 2003), la salud humana y animal. La inspección y análisis de semilla permite la detección oportuna de microorganismos asociados y, en algunos casos, erradicarlos. De ahí la importancia de evaluar el factor sanidad, conjuntamente con indicadores tradicionales (viabilidad, germinación, pureza y vigor), para determinar la calidad de un lote de semilla. Sin embargo, no se han realizado estudios profundos y la información disponible sobre el tema es insuficiente a nivel mundial. La literatura especializada indica que *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Doratomyces*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Macrophomina*, *Nigrospora*, *Penicillium*, *Chaetomium*, *Pestalotia* y *Rhizopus*, se representan géneros asociados a semilla en almacenamiento (Lezcano *et al.*, 2007). El objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de hongos fitopatógenos en semilla de *Bouteloua curtipendula* (Mixch.) producida comercialmente en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

Materiales y Métodos

Los ensayos se realizaron en el área de Fitosanidad-Fitopatología del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo-Texcoco, Estado de México. Semilla de *Bouteloua curtipendula* (Mixch.) Torr. utilizada, incluyó material genético disponible del área de Forrajes del Programa de Ganadería. Se evaluaron tres variedades: (1) “NdeM-La Zarca”, (2) “NdeM-303”, (3) “NdeM-5”, y dos genotipos (4) “CP-62” y (5) “CP-181”; provenientes de parcelas comerciales de producción de semilla, localizadas en Hidalgo y cosechadas en otoño de 2017. **Aislamientos y obtención de cultivos puros.** Los hongos fueron obtenidos de espiguillas (estructuras florales + carióspsides), por el método de papel secante (Warham *et al.*, 1998). Se cuantificó incidencia de los hongos sobre las espiguillas. Semillas (carióspsides con lemas y limpios) fueron sembradas en PDA, condiciones 24 ±1°C con 12 horas luz/oscuridad. Los crecimientos fueron purificados por monospóricos (Gilchrist *et al.*, 2005). **Caracterización morfológica.** Los aislados de *Fusarium*, *Alternaria* y *Bipolaris* se sembraron en PDA. Para evaluar diferencias morfológicas en color, diámetro de crecimiento, micelio y bordes de colonia, *Alternaria* y *Bipolaris* fueron sembradas también en V8 y PCA y *Fusarium* en CLA y SNA, para formación de estructuras de reproducción. Se consideraron dimensiones 50 conidios de cada aislado, utilizando MotiC Images Plus 2.0. Se usaron claves taxonómicas (Checri *et al.*, 2015). **Caracterización molecular.** De colonias puras se extrajo ADN

(Método AP) y se enviaron a Macrogen® (Corea) para amplificar el genoma por PCR, con iniciadores ITS4 para *Alternaria*, *Fusarium*, *Bipolaris* y EF1 para *Fusarium*. Las secuencias resultantes se alinearon en el banco de genes NCBI (USA).

Resultados y Discusión

Siembra y aislamiento del patógeno. En los cinco materiales evaluados con cariósides limpios (Fig. 1), se identificó a *Fusarium* spp., presentando mayor incidencia en NdeM-5, donde el género *Alternaria* estuvo ausente. Para CP-181, *Fusarium* y *Alternaria* se presentaron con incidencia similar. La mayor incidencia de *Alternaria* ocurrió en NdeM-303 y CP-62 y menor incidencia en NdeM-La Zarca, donde se observó incidencia similar a *Fusarium* y *Bipolaris*. En la siembra de cariósides con lemas (Fig. 2), la presencia de *Fusarium* ocurrió en todos los genotipos, con ausencia de *Alternaria*; aquí, se encontró en los cinco materiales evaluados con valores constantes de incidencia para este género *Alternaria* en las variedades NdeM-303, NdeM-5 y el genotipo CP-62 siendo en estas últimas donde el género *Fusarium* no estuvo presente. El género *Fusarium* se observó sólo en tres de los cinco materiales evaluados, entre las variedades NdeM-303 y NdeM-La Zarca, se presentó con incidencia similar, siendo de mayor incidencia en el genotipo CP-181, donde *Alternaria* mostró la menor incidencia entre los cinco materiales evaluados. En diásporas de pasto (Fig. 3), utilizando la técnica de papel secante y congelación, se observó que el género de mayor incidencia fue *Alternaria* y, con menor prevalencia, *Fusarium*. La diferencia en valores de incidencia es marcada; lo anterior, debido a que el género *Alternaria* está presente en el ambiente y pueden infestar antes y después de la cosecha (Pavón *et al.*, 2012). *Fusarium* mostro mayor incidencia en las estructuras florales. En las zonas donde la humedad es baja, la infección la causa casi de manera exclusiva el inóculo presente en residuos de cereales infectados que permanecen en el suelo. El patógeno invade directamente la base de los tallos, cerca o debajo de la superficie del suelo, o entra a la planta a través de raíces (Cook, 2010).

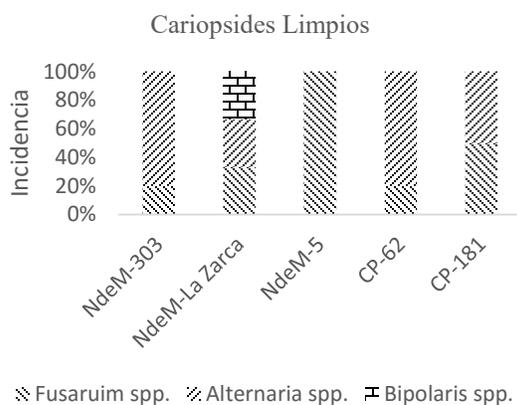


Figura 1. Representación gráfica de la incidencia de *Fusarium* spp. *Alternaria* spp. y *Bipolaris* ssp. Siembra de cinco materiales evaluados del pasto *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. en medio de cultivo PDA.

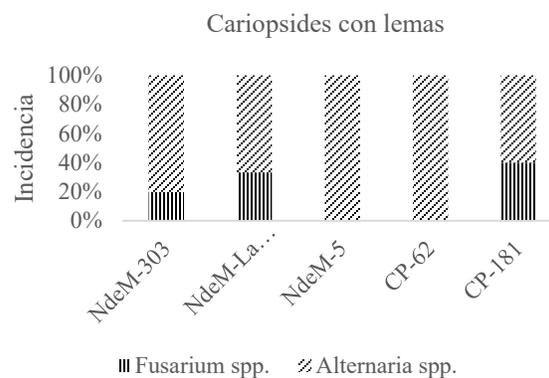


Figura 2. Representación gráfica de la incidencia de *Fusarium* ssp y *Alternaria* spp. Siembra en PDA de cariósides con lemas de cinco materiales evaluados de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

Se aislaron tres colonias patógenas, pertenecientes al género *Fusarium*, *Alternaria* y *Bipolaris*. Estos géneros han sido asociados con diversas enfermedades foliares, tallo y raíz en gramíneas,

pero también se relaciona con la producción de micotoxinas, para el caso del género *Fusarium* las fumonisinas que pueden disminuir la producción de forraje y además tener efectos negativos en la salud animal (Sainz *et al.*, 2012). **Caracterización morfológica.** Siguiendo las claves taxonómicas para cada género, se identificaron las siguientes especies: 1) *Alternaria alternata* (Simmons, 1995): Hongo filamentoso, saprofito, perteneciente al filo Ascomycota y grupo de los dematiáceos, presenta coloración oscura, considerado como patógeno saprofito y cosmopolita de amplia distribución mundial, presente en plantas y sustratos, alimentos y textiles; aunque considerado de baja importancia económica en los cultivos, se ha reportado como patógeno en varias especies de pastos (González *et al.*, 2006), provocando abundantes síntomas (manchas en hojas), reportado en *Chloris gayana* (Rodríguez, 2011). 2) *Fusarium* (Leslie & Sumerell, 2006). 3) *Bipolaris cynodontis* Marignoni (Manamgoda *et al.*, 2014), especie reportada por primera vez en *Cynodon dactylon* (1909), considerada como patógeno saprofito secundario, puede invadir amplia gama de hospedantes. No se sabe que cause una enfermedad grave, aunque la infección puede producir manchas foliares (*C. dactylon*; Hagan 2005; Fig. 4). **Identificación molecular.** En aislados, el análisis molecular de regiones internas ITS4 y EF1 de genes ribosomales (rARN) amplificadas por PCR para *Fusarium* spp., fueron de 544 y 459 pb respectivamente; en el banco de genes (NCBI), la secuencia se alineo con *F. proliferatum* con número de acceso LT970796.1, con índice de similitud de 100 %, coincidente con Ramdial *et al.* (2016) y Uniprot (2017). Para *Alternaria* spp., con el iniciador ITS4, se obtuvo 587 pb correspondiente a *Alternaria alternata* con número de acceso KJ739878.1; lo cual, coincide con Kordalewska *et al.*, (2015). Mientras que para *Bipolaris* spp. se obtuvo una secuencia de 558 pb con número de acceso LT631301.1 con índice de similitud del 99%; y por la morfología observada, se corroboró que se trata de *B. cynodontis*.

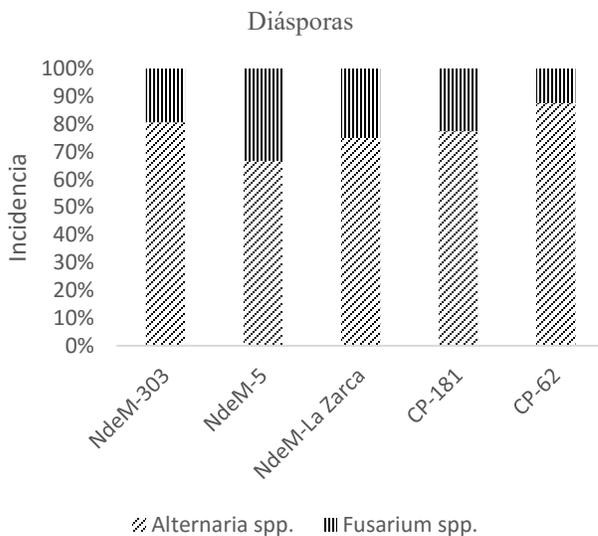


Figura 3. Incidencia de *Fusarium* spp. y *Alternaria* spp., en la siembra con diásporas de cinco materiales evaluados de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., en cámara húmeda.

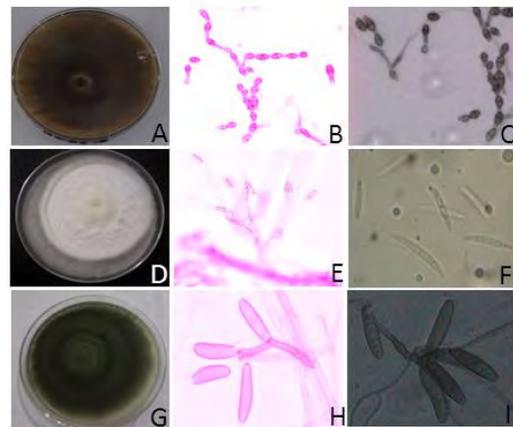


Figura 4. Morfología de aislados de A) Colonia de *Alternaria alternata* en PDA, B - C) Cadenas de conidios. D) *Fusarium proliferatum*, E) Filálides, F) Macroconidios. G) Colonia de *Bipolaris cynodontis*, H - I) Conidióforo con conidios. Aislamientos obtenidos de semilla de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

Conclusiones

La caracterización morfológica y molecular fue fundamental en la identificación de *Alternaria alternata*, *Fusarium proliferatum* y *Bipolaris cynodontis* como los principales hongos fitopatógenos presentes en semillas de *Bouteloua curtipendula*. Se deben adoptar estrategias para reducir su incidencia y mejorar la sanidad de semilla para lograr mayor porcentaje de praderas establecidas en temporal.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado a través de la propuesta de Problemas Nacionales 2014 (248252): “Colecta, salvaguarda y evaluación de forrajeras (Poaceae) para pastoreo extensivo, nativas de México semiárido”; similarmente, por el apoyo financiero brindado para el desarrollo de este trabajo a través de la Beca de Maestría en Ciencias otorgada a la primera autora.

Literatura Citada

- Arriagada, V. 2012. Semillas. Inspección, análisis, tratamiento y legislación. Disponible en <http://repiica.ica.int/docs/bv/agrin/b/f03/XL2000600205.pdf>
- Checri, K., Salleh, B., Zakaria, L. 2015. Morphological and phylogenetic analysis of *Fusarium solani* Species Complex in Malaysia. NCBI. doi:10.1007/s00248-014-0494-2.
- Cook, R. J. 2010. Fusarium root, crown, and foot rots and associated seedling diseases. In: Compendium of wheat diseases and pests. 3rd edition. In: W.W. Bockus, R. Bowden, R. Hunger, W. Morrill, T. Murray, and R. Smiley (eds.). The Pennsylvania State University Press, University Park, USA. p. 37-39.
- Manamgoda D.S., A.y. Rossman, L.A. Castlebury, P.W. Crous, H. Madrid, E. Chukeatirote, and K.D. Hyde 2014. The genus *Bipolaris*. Studies in Micology. Published online 13 November 2014; <http://dx.doi.org/10.1016/j.simyco.2014.10.002>.
- Gilchrist, S.L., Fuentes, G.C., Martínez, C.A., López, R.E., Duveiller, P.S., Henry, M.I., García, A. 2005. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. Segunda Ed. 68 pág. México: CIMMYT. Disponible en <https://repository.cimmyt.org/xmlui/handle/10883/1272>
- González A. G., M. M. O. López., A. Novo., Z. V. Estrada., G. M. López., D. A. Bernal., B. A. Granda., A. G. Rodríguez., G. G. Figueredo., L. Z. Pupo., A.D. Ramos., M. González., M. G. Ruiz., M. G. Pérez., I. A. Nápoles., C. R. García, G. C. Sánchez., R. Buchillón., C. M. López. 2006. Fitopatógenos en los cultivos de pastos y forrajes en Cuba. Fitosanidad [en línea] [Fecha de consulta: 14 de septiembre de 2018].
- Hagan A. 2005. Leaf spot and rust diseases of turf grasses. Alabama Cooperative. Extension System. Disponible en www.aces.edu
- Kordalewska, M., Brillowska, D.A., Tomas, J. Dworecka, K.B. 2015. PCR and real-time PCR assays to detect fungi of *Alternaria alternata* species. 62 (4): 707–712. Acta Biochimica Polonica. The Journal of the Polish Biochemil Society and of the Committee of Biochemistry and Biophysics Polish Academy of Sciences. Disponible en: <http://ojs.ptbioch.edu.pl/index.php/abp/article/view/1706>
- Leslie, J., Summerell, B. 2006. The *Fusarium* Laboratory Manual. USA: Black well Publishing. ISBN/ISSN: 978-0-8138-1919-8
- Lezcano, J.C., Navarro, M., González, Y., Alonso, O. 2007. Determinación de la calidad de las semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú almacenadas al ambiente. Pastos y Forrajes. 30 (1):107-118.
- Pavón M. M. Á., I. González Alonso, R. Martín de Santos y T. García Lacarra. 2012.. Importancia del género *Alternaria* como productor de micotoxinas y agente causal de enfermedades humanas. *Nutr. Hosp.* [online]. Vol.27, n.6, pp.1772-1781. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000600003&lng=es&nrm=iso.
- Ramdial, H., Hosein, F., Rampersad, S.N. 2016. First Report of *Fusarium incarnatum* Associated With Fruit Disease of Bell Peppers in Trinidad. APS.net. doi:10.1094/PDIS-05-15-0550-PDN

- Ridao, A del C. 2003. Patología e importancia epidemiológica de las semillas en el desarrollo de enfermedades de soja. IN: Jornada de Act. Profesional en Cultivos de Cosecha Gruesa: Maíz, Girasol y Soja, 20°. Mar del Plata, 2003. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/oleag/soja/ridao.htm>
- Rodríguez, G. 2011. Patógenos fungosos que afectan a gramíneas procedentes de la Estación Experimental de pastos y Forrajes “Las Tunas”. Unidad Experimental “Indio Hatuey”, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Cuba. Disponible en: <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/tesis/tesism/gisellerodriguez.pdf>
- Simmons, E.G. 1995. *Alternaria* themes and variations (112-144). Journal: Mycotaxon. 555-163.
- UniProt. 2017. Taxonomy - *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex. UniProt. Obtenido de <http://www.uniprot.org/taxonomy/450425>
- Warham, E.J., Butler L. y Sutton B. 1998. Ensayos para la Semilla de Maíz y de Trigo. Manual de Laboratorio. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México. 64 p.

VALIDACIÓN DE MÉTODOS PARA ESTIMAR ÁREA FOLIAR EN CINCO VARIEDADES DE *Cenchrus purpureus* (SCHUMACH.) MORRONE

VALIDATION OF METHODS TO ESTIMATE FOLIAR AREA IN FIVE VARIETIES OF *Cenchrus purpureus* (SCHUMACH.) MORRONE

Abieser Vázquez-González¹, AR Quero-Carrillo¹, C López-Castañeda², M Silva-Luna², C D Talavera-Magaña², JF Villanueva-Ávalos², JF Enríquez-Quiroz², OM Silva-García².

^{1,2}Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. ²Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. ²Campo Experimental La posta- INIFAP, ²Sitio Experimental Costa de Jalisco-INIFAP, ²Sitio Experimental El Verdineño-INIFAP. *Autor para correspondencia. abieser_kino@hotmail.com

Resumen

Las mediciones de área foliar son parte fundamental de la investigación en fisiología vegetal, la agricultura y dendrología; lo anterior, por ser un factor importante para realizar análisis de crecimiento vegetal. El objetivo fue definir un método relacionado entre área foliar y peso seco; lo anterior, para estimar área foliar de manera menos costosa y segura, en cinco variedades de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone. Se tomaron cinco muestras de hoja para cada variedad, mismas que se transportaron en hielera portátil al laboratorio de forrajes del Colegio de Postgraduados. Para el primer método, a cada muestra de hojas verdes, se le determinó la superficie foliar mediante integrador de área foliar Li-COR modelo 3100 (área en cm²). El segundo método con la técnica fotográfica con área estándar; posteriormente, las muestras se sometieron a secado hasta peso constante en estufa a 60 °C por 72 horas, pesándose en báscula analítica. La relación entre área foliar y peso seco, en los dos métodos, mostró un coeficiente de determinación mayor o igual a ($r^2 = 0.94$), para las cinco variedades, indicando que el 94 % del área foliar está determinada por el peso seco. El área foliar determinada por fotografía fue certera a niveles superiores a 95%, en comparación con los datos obtenidos con el integrador de área. Las ecuaciones de los métodos propuestos pueden ser empleados con seguridad en estudios fisiológicos de análisis de crecimiento en los pastos *Cenchrus purpureus* cuando no se tiene acceso a equipo de punta en el momento adecuado.

Palabras clave: *Cenchrus purpureus*, Área foliar, métodos de campo para área foliar, medida del área foliar en campo.

Abstract

Foliar area determination is a research fundamental part on plant physiology, agriculture and dendrology, mainly due to its importance to define plant growth mathematical analysis. In order to define an alternative method to measure foliar area under field conditions on a certain, easy, and cheaper way five *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone varieties were evaluated. These methods included 1) foliar weight, 2) photography analysis, and 3) traditional laboratory equipment measures using areameter, as placebo. Five samples of foliar tissue for each variety were harvested and transported to Forage Laboratory area of the Colegio de Postgraduados and foliar area (cm²) was determined through areameter equipment. Photographic analysis. Leaves, together to a standardized (known) area, were pictured on field conditions, the attained images were printed, and each "paper leaf" as well as the known area were analyzed through the areameter, foliar area was determined through direct relation. Plant material was dried using an air flux oven to 60 °C during

72 hours and weighed on analytical bascule. Relation between foliar area and dry weight for both methods shown a determination coefficient higher to $r^2 = 0.94$, for each of five varieties, indicating a strong relation. Alternative method to measure foliar area is a strong tool so support research on field conditions avoiding expensive procedures and the displacement of sensible equipment, and may be used with confidence for growth analysis studies.

Key words: foliar area, measurement methods, foliar field studies

Introducción

Las mediciones de área foliar (AF) son parte fundamental de la investigación en fisiología vegetal, en la agricultura y en dendrología (Broadhead *et al.*, 2003). El área foliar corresponde a la superficie de un solo lado de la lámina de las hojas y se utiliza para denotar la magnitud de la maquinaria fotosintética, la cual se considera como fuente principal de fotosintatos para satisfacer la demanda ejercida por los órganos vegetativos y reproductivos en crecimiento. Tanto el número de hojas y el área foliar se pueden expresar por planta o por metro cuadrado de área sembrada, en cuyo caso, se conoce como índice de área foliar (Escalante y Kohashi, 2015). El análisis del crecimiento vegetal requiere de la medida de dos variables, evaluadas a intervalos definidos: área foliar (AF) y el peso seco (PS). Con estos dos valores se derivan, mediante cálculo matemático, los índices de crecimiento de la planta individual (tasas absoluta y relativa de crecimiento, tasa de asimilación neta, razón de área foliar, área específica foliar, peso específico foliar) o de la población (índice de área foliar, duración del área foliar, tasa de crecimiento del cultivo, tasa de asimilación neta, coeficiente de partición o índice de cosecha; Gardner *et al.*, 1985). Medir la superficie foliar de elevado número de hojas, en sitios aislados o lejanos al laboratorio, puede ser costoso, complicado y demandante de tiempo (Cabezas *et al.*, 2009). El objetivo del trabajo fue determinar un método de relación de área foliar y peso seco para estimar área foliar de manera precisa, a menor costo y de forma segura, sin necesidad de mover equipo a campo, en cinco variedades del pasto *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó con cinco variedades de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone: Taiwán morado, Taiwán A-144, Maralfalfa, CT-115 y OM-22, con corte de forraje a un metro de altura; las cuales, se encuentran establecidas en cinco parcelas bajo un diseño completamente al azar, en el sitio experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), “El Verdineño”, Nayarit, a 22 ° 22” latitud N y 105 ° 7” longitud W, entre 50-70 msnm, con temperatura media de 24 °C, y precipitación de 1200 mm anuales. Se tomaron cinco muestras de hojas, en promedio de 27 gramos (g), para cada variedad. Las hojas se colocaron en hielera portátil con refrigerantes, para evitar agua y humedad en el material vegetal y se transportaron al laboratorio de forrajes del Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo. **Testigo.** Material foliar de cada variedad fue cosechado y colocado cuidadosamente en bolsas plásticas, evitando que las hojas se doblaran, enrollaran o dañaran. Las bolsas plásticas fueron colocadas inmediatamente en condiciones de 5°C dentro de hielera con material refrigerante gelificante (gel), a las cuales se les colocaron mantas protectoras de las bolsas, evitando el contacto directo entre la bolsa y el material refrigerante; similarmente, se evitó presencia de agua que pudiese promover pudrición o daño foliar. Se transportaron por 24 horas desde campo hasta laboratorio y a cada muestra se le determinó área foliar mediante integrador de área foliar Li-COR modelo 3100 (área en cm²). **Método**

fotográfico. Para el segundo método de cálculo de área foliar se realizó mediante fotografías. Inmediatamente a la cosecha, se colocó material foliar de cada planta, distribuidas, de tal forma que estuviesen separadas junto con una tarjeta de área conocida (25.75 cm^2), en el centro; lo anterior, sobre lona blanca completamente plana en el piso, registrándose fotos con cámara digital a un metro de altura y a nivel, de forma estandarizada. Una vez realizado esto, las muestras se sometieron a secado hasta alcanzar peso constante en estufa de aire forzado a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ por 72 horas, y se pesaron en una báscula analítica modelo TH-II con capacidad de $1000\text{g} \times 0.1\text{g}$. Posteriormente, se imprimieron las fotos de cada muestra y se recortó cada imagen de hojas al igual que la referencia y, los recortes de papel, se pasaron a integrador de área foliar, con el valor del área de referencia de la foto y el valor real se hicieron los cálculos (regla de tres simple), para conocer el área real de los recortes de las fotos y comparar con el primer método (placebo). Con los datos de área foliar de hojas verdes, área foliar con el método de fotos y el peso seco, se procedió analizar mediante regresión lineal, para las variables en referencia al área foliar de cada muestra para cada variedad, mediante el uso del programa EXCEL de Microsoft Office 2016 ®. La relación entre dos variables, está dada por la siguiente ecuación: $y = a + bx$. En donde “y” es la variable dependiente y “x” es la variable independiente. Es decir, en nuestro caso, esa notación se convierte en: $A = a + bx$. En donde A = el área foliar de la hoja, x= peso seco de las hojas, mientras que a y b son constantes. A partir de esto se determinaron los modelos y su coeficiente de determinación (R^2) y la desviación estándar (DS) entre los dos métodos.

Resultados y Discusión

La relación área foliar (AF) y peso seco (PS) de hojas en la variedad OM-22, para el método AF con hojas mostró un coeficiente de determinación ($r^2 = 0.97$) indicando que 97 % del área foliar está determinada por el PS; mientras que, para AF con fotos, el coeficiente de determinación ($r^2 = 0.95$) indicando que 95 % del AF está determinada por el PS, la cual indica que existe alta relación entre las variables, para la desviación estándar (DS) entre ambos métodos fue de 15.1 cm^2 (Figura 1; Cuadro 1). La variedad Taiwán Morado (Figura 2) por método AF con hojas mostró un coeficiente de determinación $r^2 = 0.99$; mientras que el método AF con fotos, indicó $r^2 = 0.95$ en relación con el PS; mientras que, para la DS del área foliar entre ambos métodos fue de 45.1 cm^2 (Cuadro 1). La variedad Maralfalfa (Figura 3), el método AF con hojas tuvo un $r^2 = 0.95$ y el método AF con fotos indicó un coeficiente de determinación de $r^2 = 0.94$, en relación con el PS, para la desviación estándar entre los dos métodos fue de 8.6 cm^2 (Cuadro 1). La variedad CT-115 (Figura 4), mostró $r^2 = 0.99$ para el método AF con hojas y un coeficiente de determinación $r^2 = 0.99$ para el método AF, con fotos y una desviación estándar entre los dos métodos de 21 cm^2 (Cuadro 1). La variedad Taiwán A-144 (Figura 5), para el método AF con hojas mostró un $r^2 = 0.98$; mientras que el método AF con fotos, un coeficiente de determinación $r^2 = 0.97$ y una DS de 27 cm^2 . Las cinco variedades mostraron alta relación del AF con el PS, el método con las mediciones de hojas es la más eficaz; sin embargo, debido a que existen situaciones en que no se pueden trasladar las hojas en tiempo y forma o no se cuenta con un equipo de cálculo de AF, en estos casos podría hacerse uso del método fotográfico ya que mostró alta relación PS: AF calculado con ambos métodos, para cada variedad (Cuadro 1) por lo que resultó un método valioso. En otras especies, cuya hoja o foliolo es de forma regular, también se ha encontrado que la mejor forma de estimar el área, es mediante la intervención del producto del largo por el ancho, en maíz (Montgomery., 1911), sorgo (Stickler *et al.*, 1961); sin embargo, las ecuaciones lineales halladas en cada variedad podrían

ahorrar el tiempo de trabajo y tener mayor precisión en los resultados os resultados.

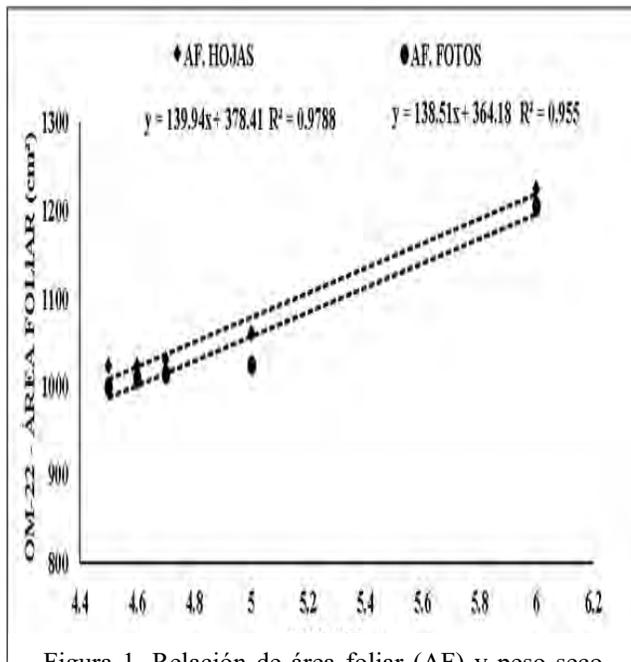


Figura 1. Relación de área foliar (AF) y peso seco (PS), con dos métodos hojas verdes y fotos para la variedad OM-22

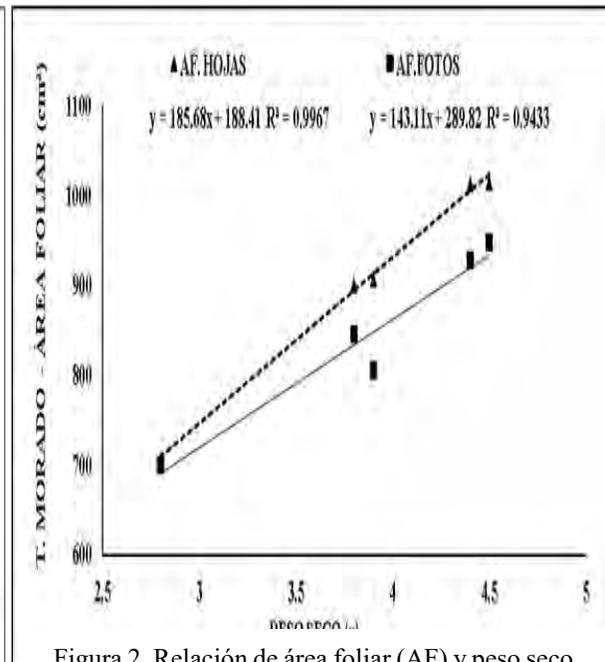


Figura 2. Relación de área foliar (AF) y peso seco (PS), con dos métodos hojas verdes y fotos para la variedad Taiwán morado.

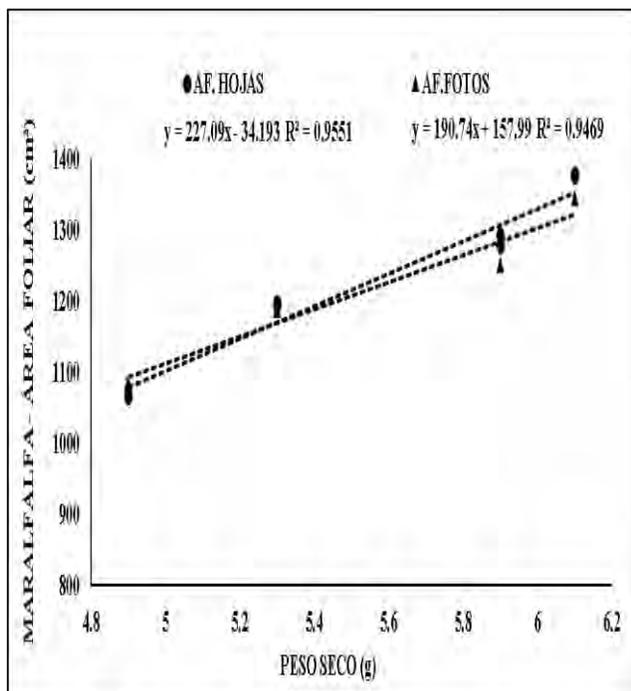


Figura 3. Relación de área foliar (AF) y peso seco (PS), con dos métodos hojas verdes y fotos para la variedad Maralfalfa.

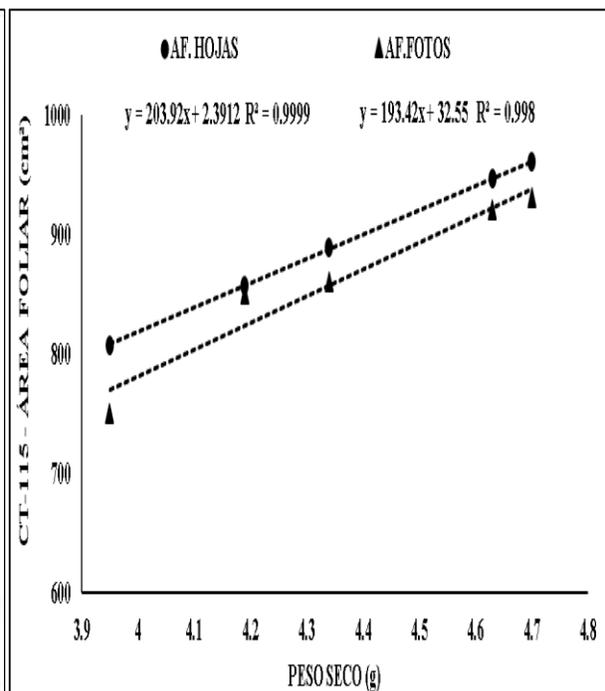


Figura 4. Relación de área foliar (AF) y peso seco (PS), con dos métodos hojas verdes y fotos para la variedad CT-115.

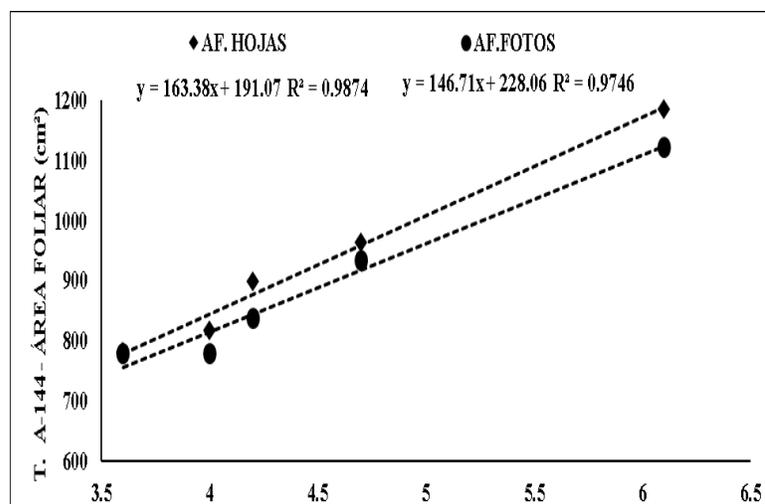


Figura 5. Relación de área foliar (AF) y peso seco (PS), con dos métodos hojas verdes y fotos para la variedad Taiwán A - 144

Tabla 1. Valores medios de área foliar (AF), peso seco (PS) y la desviación estándar (DS) entre los dos métodos de cálculo.

OM-22	Hojas verdes	1072.53	4.96	15.10
	Fotos	1051.18		
T. MORADO	Hojas verdes	908.85	3.88	45.09
	Fotos	845.09		
MARALFALFA	Hojas verdes	1242.06	5.62	8.56
	Fotos	1229.95		
CT-115	Hojas verdes	891.91	4.36	21.01
	Fotos	862.20		
T. A-144	Hojas verdes	929.55	4.65	27.13
	Fotos	891.18		

Conclusiones

Las ecuaciones de los métodos propuestos en el trabajo pueden ser empleados con seguridad en estudios de análisis de crecimiento de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone. Se demuestra que las técnicas para el cálculo de área foliar en relación con el peso seco y fotográfico son seguros, y es una herramienta muy útil para realizar estudios fisiológicos de la planta cuando no se tiene acceso a equipo de punta en el momento adecuado.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado a través de la Beca de Maestría en Ciencias otorgada al primer autor.

Literatura Citada.

- Broadhead, J.S., A.R. Muxworthy, C.K. ONG., C.R. Black. 2003. Comparison of methods for determining leaf area in tree rows. *Agric. Forest. Meteorol.* 115:151-161.
- Cabezas, G. M., F. Peña., H-W. Duarte., J-F. Colorado. R. lora. 2009. Un modelo para estimar el área foliar en tres especies forestales de forma no destructiva. *Actualidad y Divulgación Científica.* 12 (1): 121-130.

Escalante, E. J-A., y Kohashi, S. 2015. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. 84 p.

Gardner, F. P., R. B. Pearce y R. L. Mitchel. 1985. Physiology of crop plants. Iowa State University Press.

Montgomery, E. G. 1911. Correlation studies in corn. Nebraska Agric. Exp. Sta. Ann. Rep. 24:108-159.

Stickler, F.; S. Wearden & A. Pauli. 1961. Leaf area determination in grain *sorghum*. Ag. J. 53: 187188.

CONCENTRACIÓN DE AGENTES OSMÓTICOS EN EL CRECIMIENTO DE CULTIVOS CELULARES DE *Bouteloua curtipendula* (MICHX.) TORR., VAR. NdeM-303

OSMOTIC AGENTS CONCENTRATION EFFECTS ON CELLULAR CULTURES GROWTH OF *Bouteloua curtipendula* (MICHX.) TORR., VAR. NdeM-303

Silvia Cervantes-Sanchez¹, AR Quero-Carrillo^{1*}, A Robledo-Paz¹, JG Herrera-Haro¹, L Miranda-Jimenez¹, Á Bernal-Flores², D Talavera-Magaña³ y C Trejo-López¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México. ²Semillas Papalotla SA de CV. ³Campus SLP, Colegio de Postgraduados *queroadrian@colpos.mx

Resumen

El cultivo *in vitro* de células es una técnica que puede inducir o revelar variación entre células, tejidos y órganos creando así variación dentro de los cultivos, especialmente aquellos de reproducción clonal como es la apomixis. La sequía es un componente importante en los sistemas de producción agropecuaria en México y existen algunos agentes osmóticos que ofrecen la oportunidad de seleccionar solo las células capaces de resistir a tales ambientes a largo plazo, agentes que son de interés para el mejoramiento de cultivos de importancia económica. Se utilizaron cultivos celulares de *Bouteloua curtipendula* Var. NdeM-303, cosechada en 2015, con el fin de encontrar líneas celulares tolerantes a estrés hídrico. Se realizó comparando diferentes concentraciones de agentes de estrés osmótico y su influencia en el crecimiento de cultivos celulares de *Bouteloua curtipendula*. Los cultivos celulares se evaluaron bajo un diseño experimental completamente al azar con 2 factores; agentes osmóticos (testigo, manitol, sorbitol) y concentraciones (0,50,100 200gL⁻¹). El peso de callo se registró después de 10 semanas de haber iniciado el experimento. Con respecto al análisis estadístico se obtuvo que el testigo no presentó estrés osmótico en las células, comparado con sorbitol y manitol, donde la reducción de crecimiento de callos se vio afectada por el estrés osmótico y esto se debe al aumento de toxicidad, además de la escasez de agua impidió el crecimiento de células. Los cultivos celulares sobrevivieron a estrés hídrico elevado (P<0.05) y se encuentran en regeneración de plántulas con resistencia a sequía. Esta técnica es importante para el desarrollo de variedades con resistencia a sequía.

Palabras clave: *Bouteloua curtipendula*, cultivos celulares, estrés osmótico, cultivo *in vitro*.

Abstract

In vitro cell culture is a technique capable to induce or enhance directed variations in the plant cell and some osmotic agents do exist offering the opportunity to such directed selection of cells, capable of resist environments of interest for the improvement of economically important crops. In this way, cell culture of *Bouteloua curtipendula* VAR NdeM-303 cells, were evaluated in the present investigation. This culture was induced since 2015 in order to find water stress tolerant cell lines. Comparing different concentrations of osmotic stress agents on *Bouteloua curtipendula* cell cultures growth. The cell cultures were evaluated under a completely randomized experimental design with 2 factors; osmotic agents (control, mannitol, sorbitol) and osmotic agent concentrations (0, 50, 100 y 200 gL⁻¹). Callus weight was recorded 10 weeks after the start of the experiment. With respect to the statistical analysis, it was obtained that the control did not present osmotic stress in the cells, in comparison with sorbitol and mannitol osmotic effect. Callus growth was affected by osmotic stress and this is due to the increase in toxicity. In addition to the shortage of water

prevented the growth of cells. Cell cultures survived hydric stress ($P < 0.05$) and surviving cells have been cultured to regenerate new plants with drought resistance. This technique offers the opportunity to respond to new challenges for animal production.

Key words: *Bouteloua curtipendula*, cell cultures, osmotic stress, *in vitro* culture

Introducción

El estrés biótico y abiótico es el mayor obstáculo que amenaza la producción de cultivos y forrajes. Los daños que causan estas condiciones de estrés son los responsables de pérdidas económicas en todo el mundo, se estima que aproximadamente el 70% de la reducción del rendimiento es el resultado del estrés biótico y abiótico (Acquaah, 2007). En zonas áridas y semiáridas de México la principal fuente de alimento la constituyen los pastizales nativos; sin embargo, estas regiones se caracterizan por escasez de agua, con distribución de la precipitación pluvial altamente errática y que ocurre en pocos eventos y de forma torrencial-aislada. Existen alternativas que pueden mejorar el futuro de estas zonas; tal es el caso de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., que es una gramínea forrajera nativa cuya ruta fotosintética es C_4 , compatible con la eficiencia energética en condiciones de clima cálido, soleado y árido. (Engstrom, 2004). Por otra parte, la Biotecnología es una herramienta que coadyuva en la innovación de procedimientos tecnológicos, entre estas se encuentra la técnica de cultivo *in vitro* que se utiliza ampliamente en muchas áreas de investigación; una de las áreas en las que el enfoque de selección *in vitro* se ha utilizado de manera eficaz, es el fitomejoramiento. La aplicación exitosa de esta vía, es una alternativa con respecto a las especies de interés que se enfrentan a tensiones bióticas y abióticas, (Dita *et al.*, 2006; Barakat y Abdel-Latif, 1996). En este contexto cabe señalar que existen agentes de estrés osmótico que se han aceptado ampliamente para inducir estrés hídrico durante la proliferación de callos o células vegetales y además como eficiente para seleccionar líneas tolerantes, entre los más utilizados se incluyen manitol, sorbitol, polietilenglicol, etc (Mohamed *et al.*, 2010). Se han efectuado estudios para encontrar variantes en algunos cultivos, de interés económico. Hassan *et al.* (2009), utilizaron seis genotipos de trigo y evaluaron su respuesta a inducción y regeneración de callos en medio MS modificado con diferentes concentraciones de sorbitol; en el cual, obtuvieron resultados positivos respecto al uso de sorbitol. Al respecto Mahmood *et al.* (2012), realizaron un estudio para mejorar la tolerancia a la sequía en trigo, donde el estrés se indujo con polietilenglicol (PEG-6000) y se encontraron resultados positivos. Rahayu y Sudarsono (2015), trabajaron con *Arachis hypogaea* los cuales seleccionaron callos embriogénicos tolerantes a sequía en medio con polietilenglicol y evaluaron líneas regeneradas frente al ambiente de estrés por sequía y encontraron plantas que mostraron tolerancia a sequía en invernadero. De esta manera, la selección *in vitro* puede acortar considerablemente el tiempo para la selección de los rasgos deseables bajo presión con una interacción ambiental mínima y la selección en campo (Jain, 2001). En este estudio el objetivo fue comparar diferentes concentraciones de agentes de estrés osmótico en el crecimiento de callos de *Bouteloua curtipendula*, especie apomíctica con producción de semilla partenogénica.

Materiales Y Métodos

El presente estudio se realizó en los meses de Junio–Agosto de 2018. Los cultivos de células de *Bouteloua curtipendula* VAR. NdeM-303, fueron evaluados en el laboratorio de Biotecnología de Semillas del Postgrado de Semillas del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Texcoco, Estado de México a $19^{\circ} 27' 38.38''$ LN y $98^{\circ} 54' 30.54''$ LO, a 2243 msnm. Estos cultivos celulares fueron obtenidos de un experimento previo. Los componentes de los medios de cultivo utilizados

fueron determinados mediante pruebas de presión osmótica, en base a las cuales se definió su concentración y el nivel de presión osmótica en el medio de cultivo utilizado (Cuadro 1). El pH se ajustó a 5.7 ± 1 y estos se esterilizaron en autoclave durante 20 minutos a 120°C .

Cuadro 1. Componentes y sus concentraciones en medios de inducción a estrés osmótico y medio de regeneración.

Componentes	Medio	Callos Inducidos a estrés			Regeneración
	MT	M50	M100	M200	MR1
MS(gL ⁻¹)	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Sacarosa (gL ⁻¹)	30	30	30	30	30
BAP(mg L ⁻¹)	1	1	1	1	2.0
AgNO ₃ (mg L ⁻¹)	3	3	33	33	---
Phytigel (gL ⁻¹)	3.2	3.2	2.2	3.2	3.2
AIA(mg L ⁻¹)	---	---	---	---	0.5
AG ₃ (mg L ⁻¹)	---	---	---	---	0.2
D-sorbitol(gL ⁻¹)	---	50	100	200	50
D-manitol (gL ⁻¹)	---	50	100	200	50

MS=Murashige y Skoog, BAP=Bencilaminopurina, AgNO₃= Nitrato de plata, NAA=Ácido naftalacético, AG₃=Ácido giberelico, AIA=Ácido Indolacético.

Cajas Petri (60 x 15 mm) fueron utilizadas como contenedores del medio de interés, una vez esterilizado el medio, se dejó enfriar, posteriormente las cajas Petri fueron etiquetadas y selladas con plástico adhesivo. Finalmente, las cajas Petri con medio reposaron tres días antes de su utilización. Bajo campana de flujo laminar, con balanza analítica (OHAUS®) se pesaron 0.3g de células de *Bouteloua curtipendula* y se colocaron en 20 cajas Petri con 15ml de cada medio de cultivo; posteriormente, se colocaron en cajas de cartón y se incubaron en oscuridad en cámaras de crecimiento mantenidas a una temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 10 semanas. Después las células se transfirieron a medio de regeneración (Cuadro 1). El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 2 factores y 4 repeticiones. La variable evaluada fue incremento o pérdida de peso de células cultivadas (callo), variable que se determinó con el apoyo de una balanza analítica (OHAUS®) con una precisión de 0.0001 g. Los datos fueron capturados en una base de datos Excel 2016 (Microsof) y finalmente se realizó un análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) con el paquete estadístico SAS versión 9.0.

Resultados Y Discusión

En el análisis de varianza para la variable peso de callo, el factor tratamientos, concentración y la interacción T x C, mostraron diferencias altamente significativas (Cuadro 2), lo que indica que dichos factores influyeron sobre el crecimiento de las células reflejándose sobre el peso; de esta manera, tanto sorbitol como manitol afectaron la morfología en el crecimiento celular, a medida que aumento la dosis y los callos se tornaron de color café-marrón.

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso de callos de *Bouteloua curtipendula*, evaluadas después de diez semanas de crecimiento.

FV	GL	PC
Tratamientos (T)	2	19.67**
Concentración (C)	2	9.72**
T x C	4	1.48**
Error	27	0.34
CV (%)		11.59

ns= No significativo * = Significativo a P = 0.05 ** = Altamente significativo a P = 0.01

Respecto al efecto de tratamientos en peso de callo (Cuadro 3), los valores elevados de dicha variable, correspondieron al tratamiento testigo (1.30g) lo que significa que éste no presentó estrés osmótico en los cultivos de células. En contraste, los pesos en los tratamientos manitol y sorbitol (0.57 y 0.62g), son indicativos de que la reducción de crecimiento de callos; desarrollo que se vio afectado por el estrés osmótico. Por tanto, estos agentes de estrés permiten la selección de células resistentes a sequía y además se podrá ver la capacidad de regeneración que estas células poseen.

Cuadro 3. Comparación de medias entre tratamientos de la variable peso de callo de *Bouteloua curtipendula*.

Tratamientos	PC
Testigo	1.30 a
Manitol	0.57 b
Sorbitol	0.62 b

Letra diferente dentro de cada columna, indican diferencias significativas (Tukey $\alpha = 0.05$).

El efecto de las concentraciones en la variable peso de callo, se observa que en la concentración representada por (Testigo; Cuadro 4), incremento el peso de callo, debido a que no hubo presión osmótica. En cambio, en la concentración de 200 gL⁻¹ de manitol y sorbitol la toxicidad aumentó, además de que la escasez de agua impidió el crecimiento celular.

Cuadro 4. Comparación de medias entre concentración de los agentes osmóticos, variable peso de callo de *Bouteloua curtipendula*.

Concentración gL ⁻¹	PC
0	1.30 a
50	0.94 b
100	0.57 c
200	0.29 d

Letra diferente dentro de cada columna, indican diferencias significativas (Tukey $\alpha = 0.05$).

En términos generales la variable peso de callo, presentó diferencias significativas (Cuadro 5). Se observa que el tratamiento testigo x la concentración 0 con 1.30, 1.27 y 1.23g, respectivamente fue estadísticamente las de mayor peso de callo, indicativo de que no presento estrés osmótico. Mientras que los tratamientos de sorbitol y manitol x la concentración de 200 fueron los de menor valor, debido a que ejercieron mayor presión osmótica en los cultivos celulares. De esta manera, se demuestra que los agentes de estrés osmótico con mayores concentraciones pueden ser letales para la célula, aunado a esto pueden ser selectivos, dando la oportunidad de encontrar callos tolerantes a la sequía.

Cuadro 5. Comparación de medias entre tratamientos x concentración de la variable peso de callo de *Bouteloua curtipendula*.

Tratamiento x Concentración	PC
Testigo x 0	1.39 a
Testigo x 0	1.28 ab
Testigo x 0	1.23 ab
Sorbitol x 50	0.87 bc
Sorbitol x 100	0.58 cd
Sorbitol x 200	0.28d
Manitol x 50	1.02 ab
Manitol x 100	0.56 cd
Manitol x 200	0.30 d

Letra diferente dentro de cada columna, indican diferencias significativas (Tukey $\alpha = 0.05$).

Conclusiones

Los agentes osmóticos manitol y sorbitol estresan efectivamente a cultivos celulares de *Bouteloua curtipendula* VAR. NdeM-303. Las técnicas de cultivo *in vitro* ofrecen oportunidades de selección de materiales sobresalientes en resistencia a sequía. Se deben desarrollar metodología adecuada para la regeneración de plantas a partir de células resistentes.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado a través de la propuesta de Problemas Nacionales 2014 (248252): “Colecta, salvaguarda y evaluación de forrajeras (Poaceae) para pastoreo extensivo, nativas de México semiárido”; similarmente, por el apoyo financiero brindado para el desarrollo de este trabajo a través de la Beca de Doctor en Ciencias otorgada a la primera autora.

Literatura Citada

- Acquaah, G. 2007. Principles of plant genetics and breeding. Blackwell, Oxford, UK.
- Barakat, M.N. and T.H. Abdel-Latif, 1996. *In vitro* selection of wheat callus tolerant to high levels of salt and plant regeneration. *Euphytica*, 91: 127–40.
- Dita, M.A., N. Rispaí, E. Prats, D. Rubiales, K.B. Singh. 2006. Biotechnology approaches to overcome biotic and abiotic stress constraints in legumes. *Euphytica* 147, 1–24.
- Engstrom, Brett. 2004. *Bouteloua curtipendula* (Michaux) Torrey (sideoats grama) Conservation and Research Plan for New England. New England Wild Flower Society, Framingham, Massachusetts, USA
- Jain, M. 2001. Tissue culture derived variation in crop improvement. *Euphytica* 118, 153-166.
- Mahmood, I., A. Razzaq, M. Ashraf, I. A. Hafiz, S. Kaleem, A. Qayyum, and M. Ahmad, 2012. *In Vitro* Selection of Tissue Culture Induced Somaclonal Variants of Wheat for Drought Tolerance *J. Agric. Res.*, 50(2).
- Mohamed, M. A. H., P. J. C. Harris and J. Henderson. 2000. *In vitro* selection and characterization of a drought tolerant clone of *Tagetes minuta*. *Plant Sci.* 159: 213-222
- Rahayu, E.S. and S Sudarsono. 2015. *In-vitro* selection of drought tolerant peanut embryogenic calli on medium containing polyethylene glycol and regeneration of drought tolerant plant. *Emirates Journal of Food and Agriculture.* 27(6): 475-487
- Tripathy, S. K. 2015. *In Vitro* Screening of Callus Cultures and Regenerants for Drought Tolerance in Upland Rice. Vol. 10 (6) June. *Research Journal of Biotechnology.*

EFFECTO DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN EL DESARROLLO DE LA RAIZ DE SEIS GENOTIPOS DE GRAMINEAS

EFFECT OF MOISTURE ON THE SOIL IN THE DEVELOPMENT OF THE ROOT OF SIX GRAMINE GENOTYPES

María J. Carrillo-Llanos¹ AR. Quero-Carrillo^{1*} JAS Escalante-Estrada¹, L Miranda-Jiménez¹, JE Ramirez-Meléndez¹, Daniel Talavera Magaña² FJ Hernández-Guzmán³

¹ Colegio de postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Edo. México. C. P. 56230. Campus San Luis Potosí, COLPOS. UT Fco. I. Madero, Hidalgo³.

Resumen

El objetivo fue estudiar la respuesta de crecimiento de raíces de seis especies de gramíneas (Poaceae): cuatro nativas: Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.; pasto Chino [*B. erecta* (Vasey & Hack) Columbus; Lobero *Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus; Navajita morada *B. radicata* y dos introducidos: Zacate de charco *Setaria viridis* (L.) Beauv. y Buffel *Pennisetum ciliare* (L.) Link. Se establecieron en condiciones de vivero plántulas de la misma edad de germinadas y desarrolladas a establecimiento (90 días). Después de esta etapa se trasladaron a macetas de 4" x 1m de profundidad y 190 días después del trasplante, se asignaron a tratamientos: riego y sequía. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones, se controló la humedad a 190 días se eliminó el riego, llegando al punto de marchitez permanente en sequía. Mediante muestreos destructivos, se evaluó la producción de MS aérea y radical, separó cada componente: hoja, tallo, corona, material muerto, inflorescencia y raíz. Banderita en sequía, mostró mejor distribución de raíz en el primer estrato ($p < 0.05$) y resultó más eficiente en asignar recursos a la raíz ($p < 0.05$) por efecto de sequía, produciendo mayor MS respecto al tratamiento con riego. *Bouteloua erecta* y *M. phleoides* produjeron mayor porcentaje de raíz en comparación a *S. viridis* y *P. ciliare*. Entre las nativas, únicamente *B. radicata* mostró menor asignación de fotosintatos a raíz y similar a aquellos asignados por *S. viridis*. Se debe continuar con estudios de desarrollo de raíz para seleccionar entre la diversidad intraespecífica materiales resistentes a sequía.

Palabras clave: resistencia a sequía, crecimiento de raíz, producción bajo sequía.

Abstract

The objective was to study the root growth response of six species of grasses (Poaceae): four natives: sideoats gramma *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr; Zacate chino *B. erecta* (Vasey & Hack.) Columbus; Lobero *Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus; Navajita morada *B. radicata*; y dos introducidos: Zacate de charco *Setaria viridis* (L.) Beauv., and Buffel *Pennisetum ciliare* (L.) Link. Under nursery conditions, plants with the same age for all species were established within pot-pipes (90 d after germination). Pot-pipes had 4" x 1m (diameter x deep) and 190 d after potting plants were assigned to two treatments: drought and irrigation, under a completely randomized design with three replications. Following this phase, pots assigned to drought were allow to reach wilting point and after it, using destructive sampling both aerial and radical dry matter (DM) production was evaluated in its components: leaf, stem, inflorescence, crown, root, and dead material. Sideoats gramma under drought showed higher ($P < 0.05$) better root distribution for the first strata and total root DM regarding irrigation treatment. In fact sideoats under drought produced more root

DM material compared with irrigated pots ($P < 0.05$). *Bouteloua erecta* and *M. phleoides* produced higher root DM percentage regarding both *S. viridis* y *P. ciliare* ($P < 0.05$). Among native species only *B. radicata* showed lower metabolites asignation to root growth and similar to those for *S. viridis* under drought conditions. Roots studies must be followed in order to select among native diversity plant genotypes resistant to harsh conditions such as drought.

Key words: Drought resistance, root growth, production under drought conditions.

Introducción

La sequía es un factor constante a la que deben ajustarse los sistemas de producción agropecuaria y los basados en pastos (Poaceae) no son excepción junto con el pastoreo, ésta es de mayor importancia en moldear la evolución y desarrollo de gramíneas forrajeras nativas de zonas áridas. Cuando se presentan bajas precipitaciones o la distribución de éstas es irregular, se generan condiciones de déficit hídrico (DH); las cuales, afectan negativamente las relaciones hídricas internas, fisiología y morfología de las plantas forrajeras. Lo anterior, limita la producción de forraje e incluso la supervivencia de las especies (Mattos *et al.* 2005; Atencio *et al.*, 2014). Las gramíneas forrajeras al igual que muchas especies, varían notablemente en su tolerancia a estrés por DH; en algunos casos, éstas experimentan cambios que les permiten adaptarse o escapar a efectos negativos ocasionados por el EH. Algunos de los aspectos en las plantas afectados por DH incluyen turgencia celular, eficiencia de procesos metabólicos y bioquímicos (absorción de los nutrientes (Santos *et al.*, 2013).

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en condiciones de vovero en el Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Texcoco, Estado de México. El objetivo fue estudiar la respuesta al crecimiento de raíces de seis genotipos de pastos nativos e introducidos con riego y sequía. En tubos largos de PVC se utilizó como sustrato la mezcla de peat moss con tezontle en proporción de 2:1. Se evaluaron seis especies de gramíneas: cinco nativas Banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr]; Zacate Chino [*Bouteloua erecta* (Vasey & Hack.) Columbus]; Lobero [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus]; *Bouteloua radicata* Griffiths; Zacate de Agua [*Setaria parvifolia*] y como testigo, el naturalizado pasto Buffel [*Pennisetum ciliare* (L.) Link]. Se utilizó un diseño experimental bloques completos al azar con dos tratamientos de humedad edáfica (riego y sequía) y seis especies, con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de plantas individuales en maceta-tubo de PVC de 1 m de alto por 4” de diámetro, conteniendo bolsa plástica de iguales dimensiones dentro y llena de sustrato, una planta individual por repetición. Las plantas tuvieron la misma edad cronológica, fueron sembradas 130 días antes del inicio de tratamientos; a 130 días, se trasplantó en bolsas llenas del sustrato, al cual se le determinaron las constantes de humedad, la capacidad de campo(CC), esta fue de 22 %, el porcentaje de marchitamiento permanente (PMP) de 19 % (Laboratorio de Física de Suelos, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México). Previo al trasplante, se agregó agua a cada unidad experimental hasta llegar a punto de saturación, se dejaron drenar por 24 horas; posteriormente, se pesaron para determinar el peso inicial de cada tubo a capacidad de campo. El contenido de humedad en el suelo se monitoreo mediante el método gravimétrico semanalmente utilizando balanza electrónica marca Toreory con capacidad de 40 kg \pm 5g. El contenido hídrico del suelo se mantuvo cerca de CC, sin

que las plantas experimentaran estrés hídrico, desde la siembra, hasta el día 191 después de trasplante (ddt). Para el tratamiento de sequía se suspendió el riego por 42 días a partir del día 191 ddt (Fig. 1) y, pasado este tiempo, se aplicó riego de recuperación a las plantas de este tratamiento. De manera simultánea al tratamiento de contenido de humedad, se registraron otros datos: altura, muerte/aparición de tallos y fotosíntesis. Después de que las plantas establecidas en sequía alcanzaron el punto de marchitez permanente (PMP), se evaluó la respuesta a estas condiciones. Mediante muestreos destructivos, se cosechó la parte aérea vegetal, dividiendo en componentes: hoja, tallo, inflorescencia y material muerto, se colocaron en bolsas de papel de estraza en estufa de aire forzado a 60 °C por 42 h, la materia seca de la parte aérea se determinó pesando en báscula Dibratec (600g). Para muestreo destructivo de raíces se sacaron las bolsas plásticas de los tubos de PVC se colocaron en mesa de trabajo cubierta por plástico, se midió longitud de la raíz visible más larga en cada bolsa con regla plástica graduada, para cada uno de los siguientes estratos de profundidad: 0-30; 30-60; 60-100. Los estratos de cada bolsa, se cortaron con segueta y, de manera individual, se extrajeron raíces contenidas en cada estrato, éstas se separaron con ayuda de criba metálica de 1.5 x 2 mm de apertura, se limpiaron con agua y se colocaron en bolsas de papel debidamente identificadas, se llevaron a estufa de aire forzado, a 80 °C por 72 horas; posteriormente, se pesaron en balanza electrónica de precisión marca Ohaus ($420 \text{ g} \pm 0.001 \text{ g}$), para obtener la MS de raíz contenida por estrato. La MS total de raíz, se obtuvo de sumar el peso de cada estrato. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza en bloques completos al azar y pruebas de medias (Tukey y/o DMSH, $\alpha = 0.05$) con el programa SAS.

Resultados y Discusión

En las unidades experimentales de los tratamientos en riego y sequía el contenido hídrico en condiciones de invernadero se mantuvo cerca de CC, las plantas no experimentaron estrés hídrico desde la siembra, hasta 191 días después de trasplante, en el tratamiento de sequía se suspendió el riego a al día 191 y se mantuvo por 42 días mas , el contenido de agua en el suelo fue disminuyendo manteniendo el nivel por debajo de PMP, esto ocasiono una reducción de MS de la parte aérea en las plantas (Figura 1). Es fundamental la selección de genotipos con mayor eficiencia en el uso del agua (EUA), que produzcan mayor cantidad de materia seca por unidad de agua transpirada, al considerar que, en un futuro, el cambio climático global modificará la cantidad y distribución de la lluvia globalmente, causando

fuerres sequías en áreas proclives a recibir menor precipitación (López-Castañeda, 1993).

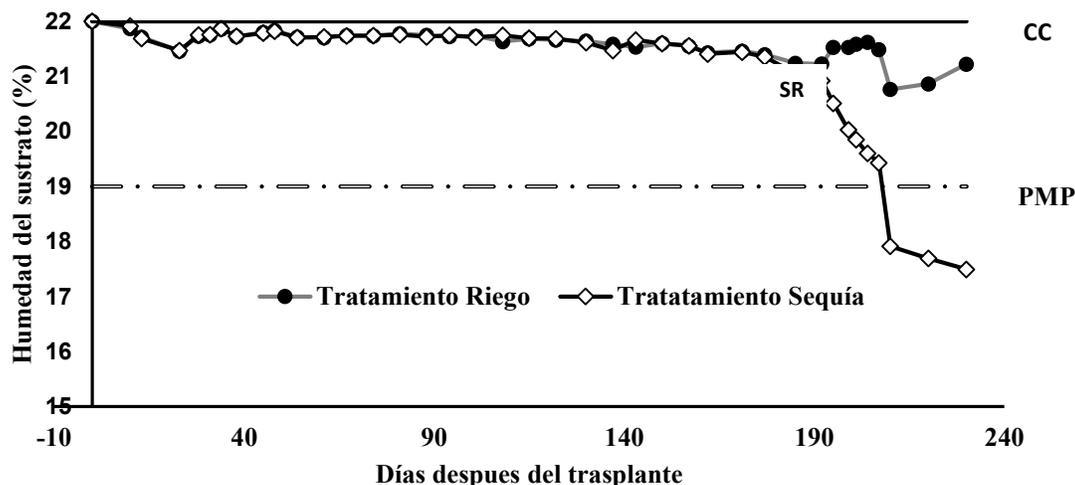


Figura 1. Humedad edáfica, regulada, de suelo para tubos de crecimiento, desde trasplante a evaluación, de tratamientos de sequía y riego en especies nativas de pastos. CC= Capacidad de campo. PMP= Porcentaje de marchitez permanente. SR=Suspensión de riego.

La distribución en términos de porcentaje de la producción de MS de raíz en los tratamientos de riego y sequía mostraron diferencias entre genotipos ($P < 0.05$; Fig.1; Cuadro 1). *Setaria* en riego, exploró los primeros dos estratos, en sequía fue menor la exploración de las raíces. *Buffel* exploró principalmente el primer estrato en ambos tratamientos. *Banderita* en riego, tuvo un comportamiento similar en los tres estratos; sin embargo, en sequía el primer estrato resultó muy eficiente, asigna más fotoasimilados a raíz en los primeros estratos. Estudios realizados en variedades de cebada y trigo harinero han mostrado que un sistema radical vigoroso con abundantes ramificaciones de raíces laterales, de distribución más uniforme en el suelo cercano a la superficie, como es el caso de cebada, tienen mayor eficiencia en la absorción y conducción del agua al interior de la planta (López-Castañeda y Richards, 1994); esta estrategia de este pasto nativo debido a que tiene mayor adaptación a sequía. En condiciones de sequía *Banderita*, comparado con los genotipos estudiados, mostró mayor porcentaje de asignación de fotosintatos hacia la raíz. *Pasto Chino* en el primer estrato mostró mayor distribución de MS y *Lobero* no presentó diferencia con respecto al riego. *Navajita morada* en los primeros dos estratos tiene mayor distribución en términos de porcentaje, en sequía hay mayor asignación en el último estrato. Ludíow y Muchow (1988), afirman que un sistema radical vigoroso y extenso combinado con mecanismos de escape a déficit hídricos de la planta es una de las mejores estrategias de la resistencia a sequía. El genotipo de *Setaria* en riego produjo mayor MS de la parte aérea y MS total de raíz; sin embargo, en sequía, no mostró buen desempeño en MS producida por raíces, fue el que tuvo el menor peso seco, un comportamiento similar lo demostró *Buffel*, el genotipo que resultó con comportamiento similar en peso seco de parte aérea en riego como en sequía fue zacate chino aunque no presentó la mayor acumulación. En cociente raíz/parte aérea en sequía se presentaron los mayores valores, *buffel*, *setaria* y *banderita* obtuvieron un alto cociente raíz /parte aérea y un peso menor en peso seco de la parte aérea.

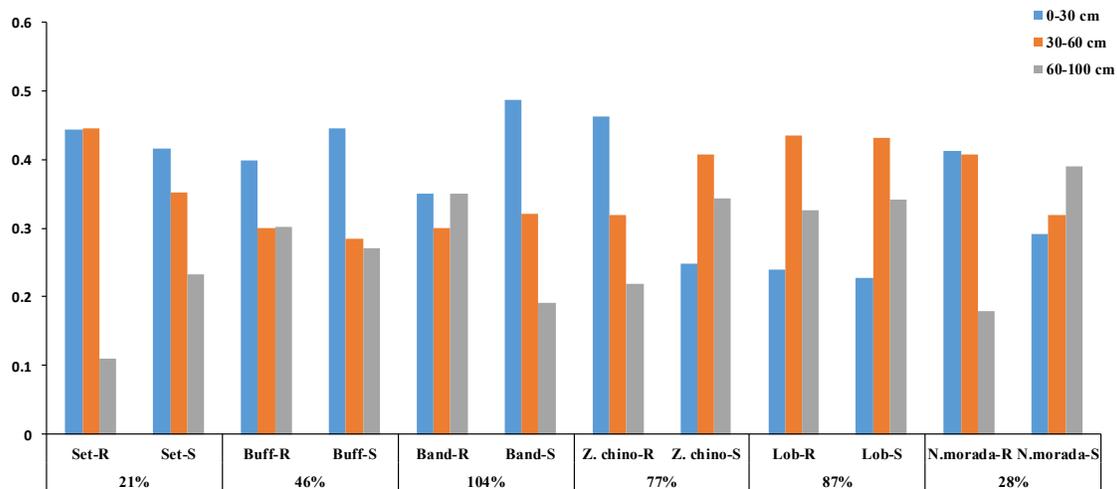


Figura 1. Comportamiento de crecimiento de raíces cm, de seis genotipos de gramíneas forrajeras cuantificado en tres estratos en condiciones de vivero en riego y sequía. Los valores en porcentaje se refieren a la cantidad de raíz producida en sequía respecto a aquella bajo riego (100%) dentro de especie.

Cuadro 1. Peso seco (g) total de raíces (PSTR), peso seco (g) de la parte aérea (PSPA) en estratos de 0-30, 30-60 y 60-100 cm, en condiciones de riego y sequía.

Condición	Especie	0-30	30-60	60-100	PSTR	PSPA
		Profundidad raíz (cm)				
Riego	Setaria	7.4 a	7.4 a	1.8 b	16.7 a	22 a
	Buffel	5.1 ab	3.8 b	3.8 a	12.7 a	14.6 b
	Z. chino	2 c	1.4 bc	1 b	4.3 b	5.3 cd
	Banderita	1.6 c	1.4 bc	1.6 b	4.7 b	9 bc
	N. morado	0.9 c	0.4 c	0.7 b	1.8 b	6.9 cd
	Lobero	0.5 c	0.6 c	0.6 b	1.7 b	4.4 cd
Sequia	Buffel	2.6 bc	1.7 bc	1.6 b	3.2 b	5.9 cd
	Banderita	2.4 bc	1.6 bc	0.9 b	4.9 b	3.5 cd
	Setaria	1.4 c	1.2 c	0.8 b	3.4 b	6.7 cd
	Z. chino	0.8 c	1.4 bc	1.1 b	3.3 b	3.1 cd
	Lobero	0.4 c	0.7 c	0.6 b	1.7 b	2.6 d
	N. morado	0.2 c	0.2 c	0.2 b	0.5 b	3.6 cd
Media riego		2.9	2.5	1.6	7	10.4
Media sequia		1.3	1.1	0.9	2.8	4.2
E.E.		0.6	0.5	0.36	1.36	1.26
p_value		***	***	*	***	***

Medias con distinta literal entre columna son diferentes estadísticamente Tukey ($\alpha = 0.05$), CV: Coeficiente de variación, Significancia: *** = $p \leq 0.001$, NS: no significativo, g pl⁻¹ = gramos por planta.

Conclusiones

Los pastos nativos tienen estrategias para contrarrestar sequía y responden manteniendo el desarrollo radical. Banderita mostró mayor asignación de recursos a raíz en sequía.

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado a través de la propuesta de Problemas Nacionales 2014 (248252): “Colecta, salvaguarda y evaluación de forrajeras (Poaceae) para pastoreo extensivo, nativas de México semiárido”; similarmente, por el apoyo financiero brindado para el desarrollo de este trabajo a través de la Beca de Maestría en Ciencias, otorgada a la primera autora.

Literatura Citada

- Atencio, M. 2014. Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras bajo tres niveles de humedad en condiciones de casa malla. *Revista Temas Agrarios* volumen 19(2).
- Carmona M. 2003. Resistencia a sequía de *Brachiaria* SPP. I. Aspectos fisiológicos. *Revista Fitotecnia Mexicana* [en línea].
- López-Castañeda, C. and Richards, R. A. 1994. Variation in temperate cereals in rainfed environments. I. Grain yield, biomass and agronomic characteristics. *Field Crops Research* 37:51-62.
- López-Castañeda, C. 1993. Eficiencia en el uso del agua y discriminación de carbono en cereales. *Agrociencia* 4(4): 7-32.
- Ludlow, M. M. and Muchow, R. C. 1988. Critical evaluation of the possibilities for modifying crops for high production per unit of precipitation. In: Bidinger, F.R. and Johansen, C. (eds.). *Drought research priorities for the dryland tropics*. ICRISAT, Patancheru, India, p. 179-211.
- Santos, P. 2013. Response mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water deficit stress. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(11), 767-773.

EVALUACION DE PROPIEDADES DEL SUELO EN ÁREAS INVADIDAS CON ZACATE ROSADO (*Melinis repens* (Willd.) Zizka.)

SOIL CHARACTERISTIC EVALUATION IN INVADED AREAS WITH NATAL GRASS (*Melinis repens* (Willd.) Zizka.)

Alicia Melgoza¹, Edith Trevizo¹, Marusia Renteria¹ y Carmelo Pinedo¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua

Resumen

El objetivo del trabajo fue determinar el impacto en algunas propiedades del suelo de pastizales con diferentes años de invasión con zacate rosado *Melinis repens*. El trabajo se desarrolló en cinco localidades con 0, 5, 10, 15 y 20 años aproximadamente de invasión. En cada localidad se muestreo proporción de suelo desnudo, estabilidad del suelo, dureza y cantidad de materia orgánica. Si bien las variables presentaron diferencias significativas ($P < 0.0$), no se observó una tendencia en relación al tiempo de invasión. En general los suelos en todos los sitios tendieron a ser estables y por lo tanto resistentes a la erosión. Los contenidos de materia orgánica en suelo variaron de 0.29 a 0.36 %, rangos comunes en pastizales. Posiblemente, el tiempo transcurrido de invasión aun no es suficiente para tener cambios en las variables evaluadas. Por lo que es importante continuar el monitoreo de estas e incluir otras propiedades del suelo para determinar impactos ecológicos en el suelo debido a la invasión de esta especie.

Palabras Clave: Estabilidad de suelo, suelo desnudo. pastizales invadidos, especies exóticas

Abstract

The objective of the study was to evaluate the impact of some soil properties on grassland with different invasion times of Natal grass *Melinis repens*. The study was carried out on five sites with 0, 5, 10, 15, and 20 years of invasion. At each site the evaluated variables were: bare ground proportion, soil stability, compaction and organic matter content. Although, the variables were statistically different ($P < 0.05$) among sites, there was not a tendency due to invasion time. In general soil were stable, therefore, resistant to erosion. Organic matter content varied from 0.29 to 0.36 %, common ranges for grasslands. Probably, the invasion time has not been enough to have changes on the evaluated variables. It is important to keep monitoring those variables as well as include others in order to determinate possible ecological impacts in soil due to this specie invasion.

Introducción

El zacate rosado *Melinis repens* (Willd.) Zizka es una de las gramíneas exóticas invasoras que actualmente está desplazando a los pastizales nativos. Además de tener un impacto en la ganadería (Melgoza *et al.*, 2014; Gutiérrez, 2015), las invasiones alteran la calidad y cantidad de los servicios ecosistemicos (Li *et al.*, 2006; Perkins *et al.*, 2011; Sanguinetti *et al.*, 2014). Por lo que es importante evaluar los efectos de las invasiones para obtener datos científicos que apoyen en la toma de decisiones sobre prácticas de control o manejo.

Actualmente, la invasión de exóticas es considerada una amenaza para la biodiversidad; sin embargo, otros servicios del ecosistema también podrían ser alterados debido a este problema (CONABIO, 2014). Comúnmente se evalúa que pasa con la vegetación y fauna ante la invasión de especies exóticas, pero falta por evaluar los efectos en las características y propiedades del suelo, así como en las poblaciones de microorganismos presentes en éste. Por ejemplo, los pastizales son ecosistemas importantes fuentes de captura y almacén de carbón orgánico en suelo (Conant, 2010). Por lo que el mal manejo del pastoreo, cambio climático e invasión de especies exóticas puede causar un desbalance en estos almacenes de carbón (Bird *et al.*, 2002). Los pastizales bajo un manejo adecuado son importantes almacenes de carbón (Reeder y Schuman, 2002) e incluso el pastoreo se ha reportado que incrementa de 0.1 a 0.3 ton C ha⁻¹ año⁻¹ (Schuman *et al.*, 2002). Por lo que, el objetivo del estudio fue evaluar posibles cambios en variables relacionadas con el suelo en sitios con diferentes años de invasión con zacate rosado.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en cinco localidades con pastizal mediano ubicados en tres ranchos dentro del estado de Chihuahua. Cada localidad presentó diferentes tiempos de invasión: 0, 5, 10, 15 y 20 años. La selección de las localidades fue con base al historial e imágenes de satélite. En cada localidad se utilizó 10 transectos de 50 m de largo para medir cobertura. Asociado a cada transecto se mido estabilidad del suelo, dureza y contenido de materia orgánica (Herrick *et al.*, 2005). A partir de los datos de cobertura se obtuvo la proporción de suelo desnudo. La estabilidad del suelo se cuantificó con base en la metodología de Herrick *et al.* (2001) que consiste en medir el tiempo que un terrón de suelo se deshace en agua. Los suelos menos estables presentan valores de 0 a 3; mientras que un valor de 4 o superior es indicador de suelo estable y por lo tanto más resistente a erosión. La dureza del suelo se obtuvo con una barra metálica a lo largo de la cual se desliza un cilindro con un peso de 2 kg. La dureza se cuantifica con base en el número de golpes o deslizamientos que se dan para que la barra penetre cierta profundidad. Por último, el contenido de materia orgánica se obtuvo incinerando una cantidad de suelo seco. Las muestras colectadas en campo se colocaron en hieleras para su transporte. En el laboratorio, a las muestras se les retiró piedras, raíces y otro material biológico, para cuantificar solamente la materia orgánica incorporada al suelo. Primero se pesó la cantidad de suelo y se volvió a pesar después de la incineración. En cada localidad, las muestras se obtuvieron de tres submuestras a lo largo de cada transecto y a una profundidad de 10 cm. En el laboratorio, las muestras se secaron en una estufa (Felisa Horno FE293A), se cribaron y molieron. Una muestra de 5 g se incineró en una mufla (Thermo Scientific, Thermolyne F47915) a 600 °C por 24 h. Posteriormente, cada muestra fue nuevamente pesada; la diferencia en peso representa la cantidad de materia orgánica en suelo. Para cada localidad, el total de muestras para cobertura fue de 500 puntos, 100 para compactación y estabilidad de suelo y 10 muestras compuestas para materia orgánica. Las variables fueron sometidas a un análisis de varianza para detectar diferencias entre tiempos de invasión y prueba de Tukey para la comparación de medias por medio del programa estadístico SAS 9.0.

Resultados y Discusión

El Cuadro 1 presenta las variables de suelo muestreadas en los diferentes sitios invadidos con zacate rosado. Si bien hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre algunas de las variables

evaluadas del suelo, no se observa una tendencia en relación al tiempo de invasión. A pesar de que los valores de proporción de suelo desnudo variaron de 27.20 a 41.09%, no hubo diferencias significativas. Con excepción del sitio con 10 años de invasión, los valores de estabilidad reflejan suelos resistentes a la erosión. En esta variable tampoco hubo una tendencia clara cuando la muestra fue tomada en un punto con vegetación o suelo desnudo. La dureza del suelo tampoco presentó tendencia en relación al tiempo de invasión. Una peculiaridad del sitio con 10 años de invasión es su bajo valor en dureza. Probablemente estos valores están relacionados con suelos ligeramente más arenosos que se puede relacionar con sus valores bajos en la resistencia a erosión. A pesar de las diferencias ($P < 0.05$) entre sitios en relación a porcentaje de materia orgánica, no hay una tendencia con el tiempo de invasión. Probablemente, no ha transcurrido suficiente tiempo para que la invasión pueda tener efecto sobre las propiedades del suelo (Šimanský, 2017). Por otra parte, los factores climáticos tienen mayor efecto en propiedades del suelo como contenido de carbón orgánico en suelo (Liu et al., 2017). Así también, puede que exista un efecto por invasión en características del suelo no contempladas en este trabajo como: pH, intercambio catiónico, ciertos nutrientes, entre un sin número de variables.

Cuadro 1. Variables de suelo en cinco localidades con diferentes años de invasión de zacate rosado (*Melinis repens*) en Chihuahua, México

Variable	Años de invasión				
	0	5	10	15	20
Suelo desnudo (%)	41.09 ^a	25.15 ^a	35.06 ^a	28.07 ^a	27.20 ^a
Estabilidad					
Vegetación	4.28 ^{ab}	5.36 ^a	3.05 ^b	5.03 ^a	5.02 ^a
Suelo desnudo	3.53 ^{ab}	4.00 ^{ab}	3.39 ^b	4.67 ^{ab}	5.55 ^a
Dureza**					
Vegetación	22.74 ^{bc}	39.04 ^a	7.01 ^d	17.16 ^c	29.11 ^b
Suelo desnudo	23.25 ^{bc}	44.45 ^a	7.82 ^d	19.05 ^{cd}	32.81 ^{ab}
Materia orgánica (%)	0.39 ^a	0.30 ^{c b}	0.34 ^b	0.39 ^a	0.26 ^c

*Letras diferentes entre filas representan diferencias significativas ($P < 0.05$).

**Número de golpes necesarios para penetrar los primeros 5 cm del suelo.

Conclusiones

La invasión de *M. repens* en los pastizales de Chihuahua ha causado cambios en la composición botánica, como se puede observar en extensas áreas de los pastizales de Chihuahua. Sin embargo, las variables de suelo evaluadas en este trabajo no muestran una tendencia debido al tiempo de invasión del zacate rosado. Probablemente aún no ha transcurrido el tiempo suficiente para ver los impactos en estas propiedades del suelo, por lo que es importante el monitoreo a largo plazo para determinar impactos ecológicos. Por otra parte, existen otras propiedades del suelo que pudieran ser incluidas estructura como

poblaciones de microorganismos en suelo que le dan la estructura y función de los ecosistemas, para mantener los servicios ecosistémicos.

Literatura Citada

- Bird, S.B., J.E. Herrick, M.M. Wander, S.F. Wright. 2002. Spatial heterogeneity of aggregate stability and soil carbon in semi-arid rangeland. *Environmental Pollution* 116:445–455.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2014. La biodiversidad en Chihuahua: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Conant, R. T. 2010. Challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland systems A technical report on grassland management and climate change mitigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Gutiérrez, O. 2015. Tesis de maestría. Composición botánica y valor nutricional en la dieta de bovinos pastoreando un área invadida por zacate rosado [*Melinis repens* (Willd.) Zizka] en el estado de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México.
- Herrick, E. J., J. W. Van Zee, K. M. Havstad, L. M. Burkett y W. G. Whitford. 2005. Monitoring Manual for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems Volume II: Design, supplementary methods and interpretation. USDA – ARS Jornada Experimental Range Las Cruces, New Mexico, E.U.A
- Herrick, J. E., W. G. Whitford, A. G. de Soyza, J. W. Van Zee, K. M. Havstad, C. A. Seybold y M. Walton. 2001. Field soil aggregate stability kit soil quality and rangeland health evaluation. *CATANA*. 44:27-35.
- Li, W., C. Zhang, H. Jiang, G. Xin and Z. Yang. 2006. Changes in soil microbial community associated with invasion of the exotic weed, *Mikania micrantha* H.B.K. *Plant and Soil* 281:309–324.
- Liu, Y., D. Zhai-Qiang, T. Fu-Ping, W. Dong y W. Gao-Lin. 2017. Soil Organic carbon and inorganic carbon accumulation along a 30-year grassland restoration chronosequence in semi-arid regions (China). *Land Degradation and Development*. 28:189-198.
- Melgoza Castillo, A., M. I. Balandrán Valladares, R. Mata-González y C. Pinedo Álvarez. 2014. Biología del pasto rosado *Melinis repens* (Willd.) e implicaciones para su aprovechamiento o control. Revisión. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias* 5:429-442.
- Perkins, L.B., D.W. Johnson and R. S. Nowak. 2011. Plant-induced changes in soil nutrient dynamics by native and invasive grass species. *Plant Soil* 345:365–374
- Reeder, J. D. y G. E. Schuman. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*. 116:457-463.
- Schuman, G. E., H. H. Janzen y J. E. Herrick. 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental Pollution*. 116:391-396.
- Sanguinetti, J., L. Buria, L. Malmierca, A. E. J. Valenzuela, C. Núñez, H. Pastore, L. Chauchard, N. Ferreyra, G. Massaccesi, E. Gallo y C. Chehébar. 2014. Manejo de especies exóticas invasoras en Patagonia, Argentina: Priorización, logros y desafíos de integración entre ciencia y gestión identificados desde la Administración de Parques Nacionales. *Ecología Austral* 24:183-192.
- Šimanský, V., J. Horák, P. Kováčik y D. Bajčan. 2017. Carbon sequestration in water-stable aggregates under biochar and biochar with nitrogen fertilization. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 23:429–435.

PASTOS Y LEGUMINOSAS COMO PIONEROS EN SUELOS VOLCANICOS

ENDURECIDOS GRASSES AND LEGUMES AS PIONEERS IN INDURATED VOLCANIC SOILS

Jesús Alfredo González del Ángel^{*1}, FJ Hernández-Guzmán², AR Quero.Carrillo¹, CI Hidalgo-Moreno¹, JD Etchevers-Barra, A Gómez-Guerrero, V Zaynes-Santillán

¹ Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. ²Universidad Politécnica Francisco I. Madero, Hidalgo. *Autor de correspondencia: jesus.gonzalez@colpos.mx

Resumen

El Altiplano en México tiene gran diversidad de microrregiones debido a la orografía, lo que da origen a una amplia diversidad de suelos. De estos algunos presentan procesos erosivos; los cuales, han provocado el afloramiento de capas subyacentes de tepetates catalogados por muchos como suelos estériles por tener bajos contenidos materia orgánica, nitrógeno; cantidades medias a altas de potasio, contenidos bajos de fósforo. Por tanto, el objetivo del estudio fue evaluar la producción forrajera de cinco especies de pasto nativas y dos leguminosas en condiciones de invernadero en tubos cilíndricos al usar ceniza volcánica como sustrato. El experimento se llevó a cabo en Montecillo, Texcoco, Edo. de México de mayo 2016 a agosto de 2018 con ocho tratamientos con intervalos de corte de 71 días y se evaluó la biomasa total, biomasa de hojas, tallos e inflorescencias en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y los datos se evaluaron con GLM de SAS (Tukey 0.05). Los resultados indican que *Leucaena leucocephala* - gigante obtuvo la mayor biomasa (65.26 kg MS tubete⁻¹; p<0.05); mientras que la menor se observó en Banderita con 10.2 kg MS tubete⁻¹ y ese comportamiento se reflejó de manera similar para hojas, tallos e inflorescencias en las curvas y presentan similar comportamiento desde las primeras fechas de muestreo. La producción de biomasa de plantas forrajeras en tepetate no es nula ya que mostraron resultados positivos en la producción de biomasa.

Palabras clave: recuperación de tepetates, pastos pioneros en tepetates, productividad en tepetates

Abstract

Mexican high plateaus possess huge microregions diversity, mainly due to orography, generating a wide soil diversity. Some of these soils show erosive processes promoting surging of underneath tepetate layers classified mainly as sterile soils due to very low levels of organic matter, nitrogen, fair to high potassium levels, and low phosphorous content. The objective of this research was to evaluate the forage production for five native grass species as well as two legumes under greenhouse conditions within pots filled with tepetate as soil substrate. Research activities were performed at the Colegio de Postgraduados facilities in Montecillo, Texcoco, Edo. de México, from May 2016 to August 2018. Eight treatments with four replicates were sampled with 71 days intervals for total dry matter (DM) and per morphological component using a complete randomized design. Data analysis was performed through GLM procedures from SAS and Tukey (0.05) for means separation. *Leucaena leucocephala* - gigante showed the highest DM production (65.26 kg MS pot⁻¹;

$p < 0.05$), and the lowest was observed for sideoats gramma ($10.2 \text{ kg MS pot}^{-1}$), with similar production for foliar, stem, and inflorescence tissues. Biomass production showed for pioneer species such as grasses and legumes evaluated alone or associated was outstanding, contrary to the sterility reported for tepetates. Trasplanting pioneer species is a good management alternative to recover tepetates.

Key words: recovering of tepetates, pioneer grasses for tepetates, tepetates productivity

Introducción

México tiene una orografía compleja por la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico, lo cual complica la agricultura en extensiones planas amplias por lo que se cultiva también en laderas, lo cual provoca erosión en 42% del territorio nacional (SAGARPA, 2013; SEMARNAT, 2014), además, por ser suelos pobres en materia orgánica la producción de los cultivos tradicionales no es redituable, ya que el siniestro por sequía intraestival o heladas tempranas disminuye la productividad del agro (Quero *et al.*, 2016). Las plantas consumen para su metabolismo elementos básicos como nitrógeno, fósforo y potasio, pero también requieren de manganeso, magnesio, boro, vanadio y silicio que van disminuyendo por la actividad agrícola, lo cual la ceniza volcánica puede proveer de tales microelementos (BUAP, 2012). La ceniza volcánica según Barbaro *et al.* (2015) tiene un pH de 5.57, conductividad eléctrica de 0.01 dS m^{-1} , densidad aparente de 240 kg m^{-3} , porosidad de aire de 54%, capacidad de retención de agua de 36%, y espacio poroso total de 95%, además, al usar mezclas con perlita y turba al 50%; los resultados de laboratorio mostraron que las mezclas con ceniza volcánica tienen 80% de porosidad, lo cual es recomendable como sustrato. Los suelos volcánicos que presentan en sus perfiles horizontes endurecidos han sido designados como tepetates. Sin embargo a pesar de que los tepetates que se forman a partir de depósitos de cenizas volcánicas finas (cineritas, riolíticas), parcialmente alteradas a arcillas y limo muy fino, producto de erupciones volcánicas (Quantin *et al.*, 1991), presentan reacción de neutra a alcalina; poseen bajos niveles de materia orgánica y nitrógeno, cantidades medias a altas de potasio, contenidos bajos de fosforo que aumentan en función de la cantidad de fertilizante fosfatado aplicado (años de cultivo) y, en general, niveles altos de calcio y magnesio. Cajuste y Cruz (1987), hacen referencia a los bajos niveles de micronutrientes, particularmente de manganeso y zinc, observados en un tepetate. Etchevers *et al.* (1991), reportaron la existencia de una deficiencia de hierro en plantas cultivadas en un tepetate calcáreo sometido a una extracción acelerada de nutrimentos. La mezcla para un buen sustrato debe tener buena aireación, lo cual disminuye a mayor proporción de ceniza volcánica y el cultivo podría afectarse por falta de oxígeno, falta de agua y carencia de nutrientes (Lemaire *et al.*, 2005), sin embargo, el crecimiento gramíneas nativas y leguminosas rastreras y arbustivas en tepetates no se ha documentado. Por tanto, el objetivo del estudio fue analizar el crecimiento de la biomasa aérea de cinco pastos nativos, *Arachis pintoi* y *Leucaena leucocephala* en 12 fechas de corte con 71 días de intervalo entre cortes en invernadero en tubos cilíndricos de PVC de 0.88 m^3 y 10.16 cm.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados, Texcoco, Edo. de México, en condiciones de invernadero con tubos cilíndricos de PVC de 10.16 cm

de diámetro (0.88 m³). El periodo de evaluación fue del 2 de mayo de 2016 al 23 de agosto de 2018 con intervalos de 71 días; es decir, 12 muestreos. Las especies utilizadas fueron: Banderita *Bouteloua curtipendula*, Navajita *B. gracilis*, *Pappophorum bicolor*, gigante *Leptochloa dubia*, *Leucaena leucocephala* y *Arachis pintoi*. El tepetate o ceniza volcánica fue colectada en el horizonte A en laderas del Monte Tlaloc (Texcoco), en enero de 2016. El tepetate colectado no mostró vegetación superficial para no afectar con materia orgánica; posteriormente, se redujo el tamaño de partícula y se usó tamiz de 3mm de diámetro y se adicionó estiércol bovino sin compostear en proporción de 5%. Una vez realizada la mezcla se colocó una bolsa de plástico cilíndrica con drenaje, la cual fue de la medida de los tubos de PVC; después, se humedecieron los tubos y se sembró. La semilla de pastos nativos fue sembrada en tubetes de 70 cm³ con proporción de sustratos: 40 % corteza de árbol, 15 % ceniza volcánica, 40 % tezontle con diámetro de 1 cm y 5 % gallinaza, el 15 de marzo de 2016 (cinco semillas viables por tubete), posteriormente, se aplicó metalaxil a dosis de 0.5 mm por litro de agua cada siete días por aspersión y tal actividad se realizó cada tres; así mismo, cada siete días se aplicó urea (46-00-00) a dosis de 3 g por litro de agua. Las semillas de *L. leucocephala* se sometieron durante tres minutos en agua a 80° C y después se secaron a la sombra y en la siembra se colocó a tres semillas a 3 cm de profundidad y se aclareo a una planta. El material vegetal de *Arachis pintoi* fue colectado en el INIFAP, Paso del Toro, Veracruz el 30 de abril de 2016 y se mantuvo a temperatura entre 5 - 8° C hasta el trasplante. Los tratamientos fueron: 1. *L. leucocephala* - Gigante, 2. Banderita, 3. Banderita – Gigante, 4. *L. leucocephala* – *P. bicolor*, 5. Navajita, 6. *P. bicolor*, 7. *A. pintoi*– Gigante y 8. *P. bicolor* – Navajita, los cuales se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y los datos se analizaron con el procedimiento GLM de SAS (2009) y Tukey ($\alpha = 0.05$). Para determinar materia seca en cada fecha de corte, en pastos, se defolió a 5 cm de la corona y cada muestra se pesó en fresco y se separó en componentes morfológicos (hoja, tallo, material muerto e inflorescencia) y se secó en estufa a 70 °C, durante 48 h. Con la suma de peso seco de cada componente, se determinó el contenido de materia seca de las submuestras (kg MS tubete⁻¹). En *L. leucocephala*, solamente se defolió a las hojas y se cortó a 2 cm del tallo y en *A. pintoi* se cortó a 5 cm del centro de la planta.

Resultados y Discusión

Biomasa total. Se observaron diferencias significativas en los ocho tratamientos en la suma de la biomasa total (kg MS tubo⁻¹) de 12 muestreos (Cuadro 1; P<0.001) donde los valores mayores están representados por pasto *L. leucocephala* - gigante y banderita – gigante (P<0.001). **Biomasa total por fecha de muestreo.** Se observaron diferencias en cada fecha de muestreo en la biomasa (Cuadro 2; P<0.001), suma de hojas, tallos e inflorescencias (kg MS tubete⁻¹) y la biomasa defoliada de *L. leucocephala* –gigante siempre produjo la mayor biomasa y las fechas de muestreo de 1 a 5 tuvieron similar comportamiento, así como del 6 al 12, lo cual implica constancia en el comportamiento productivo. **Biomasa de hoja.** Se encontraron diferencias significativas por fecha de muestreo, por fecha de corte y en la suma de las 12 fechas (P<0.001; Figura 1), y el comportamiento de los tratamientos fue similar en las curvas, desde la fecha 5 hasta la 12. Los tratamientos con mas producción de hojas fueron *L. leucocephala*–gigante, seguido de banderita–gigante con 35.6 y 29.15 kg MS tubete⁻¹ y fueron diferentes al resto de los tratamientos (P<0.001). Por otro lado, para tallo e inflorescencia, se observó diferencia significativa para fecha de corte y, en tallo, las curvas tuvieron un marcado comportamiento entre tratamientos desde 6 al 12, por otro lado en

inflorescencias la producción mostró la tendencia marcada desde la fecha 2 y hasta la fecha 12 de defoliación. Por otro lado, las bajas temperaturas del invierno 2016-2017 no fueron tan severas en comparación del 2017-2018, ya que se observó una marcada disminución en la producción de biomasa para todos los tratamientos.

Cuadro 1. Biomasa total aérea (kg MS tubo⁻¹) en la suma de 12 muestreos en cinco pastos nativos y dos leguminosas en condiciones de invernadero en tubos cilindricos de PVC de 0.88 m³ en Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Tratamiento	Biomasa total (kg MS tubo ⁻¹)
<i>Leucaena leucocephala</i> - Gigante	65.26 a [‡]
Banderita	10.24 e
Banderita - Gigante	55.44 ab
<i>Leucaena leucocephala</i> - <i>Pappophorum bicolor</i>	30.63 cd
Navajita	20.89 de
<i>Pappophorum bicolor</i>	43.91 bc
<i>Arachis pintoi</i> - Gigante	23.89 de
<i>Pappophorum bicolor</i> - Navajita	24.63 de
Promedio	34.36
Significancia	***

[‡]Letras minúsculas iguales por columna, son promedios estadísticamente similares (P>0.05). ***P<0.001.

Cuadro 2. Biomasa aérea (kg MS tubo⁻¹) por fecha de 12 muestreos en tubos cilindricos de PVC de 0.88 m³ en cinco pastos nativos y dos leguminosas en condiciones de invernadero en Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Tratamiento	fecha 1	fecha 2	fecha 3	fecha 4	fecha 5	fecha 6	fecha 7	fecha 8	fecha 9	fecha 10	fecha 11	fecha 12
1	4.81a	4.93a	5.23a	5.10a	4.84a	5.31a	5.58a	5.76a	5.85a	5.91a	5.93a	5.99a
2	0.22b	0.87	0.72e	0.82e	0.69e	0.91c	0.96c	0.99c	1.00c	1.01c	1.02c	1.03c
3	1.54b	2.23bc	4.59ab	4.74ab	4.56ab	4.97a	5.22a	5.39a	5.48a	5.54a	5.56a	5.61a
4	0.71b	1.15cd	2.47c	2.60c	2.45c	2.80b	2.94b	3.03b	3.08b	3.11b	3.13b	3.16b
5	0.31b	0.53d	1.64d	1.77d	1.61d	1.98bc	2.08bc	2.15bc	2.18bc	2.20bc	2.21bc	2.23bc
6	0.32b	3.41b	3.90b	4.19b	4.01b	3.70ab	3.88ab	4.01ab	4.07ab	4.12ab	4.13ab	4.17ab
7	0.10b	0.17d	1.77cd	1.96cd	1.78cd	2.39cd	2.50bc	2.59bc	2.63bc	2.65bc	2.66bc	2.69bc
8	1.30b	0.75d	1.86cd	1.99cd	1.91cd	2.21bc	2.32bc	2.40bc	2.44bc	2.46bc	2.47bc	2.50bc
Promedio	1.16	1.75	2.77	2.90	2.73	3.03	3.19	3.29	3.34	3.38	3.39	3.42

Tratamientos= 1. *Leucaena leucocephala* - gigante, 2. Banderita, 3. Banderita - gigante, 4. *Leucaena leucocephala* - *Pappophorum bicolor*, 5. Navajita, 6. *Pappophorum bicolor*, 7. *Arachis pintoi* - gigante, 8. *Pappophorum bicolor* - navajita. Fechas de corte: 1.02 de mayo de 2016, 2. 12 de julio de 2016, 3. 14 de septiembre de 2016, 4. 28 de noviembre de 2016, 5. 03 de abril de 2017, 6. 29 de mayo de 2017, 7. 01 de agosto de 2017, 8. 02 de octubre de 2017, 9. 03 de enero de 2018, 10. 01 de marzo de 2018, 11. 13 de junio de 2018 y 12. 23 de agosto de 2018.

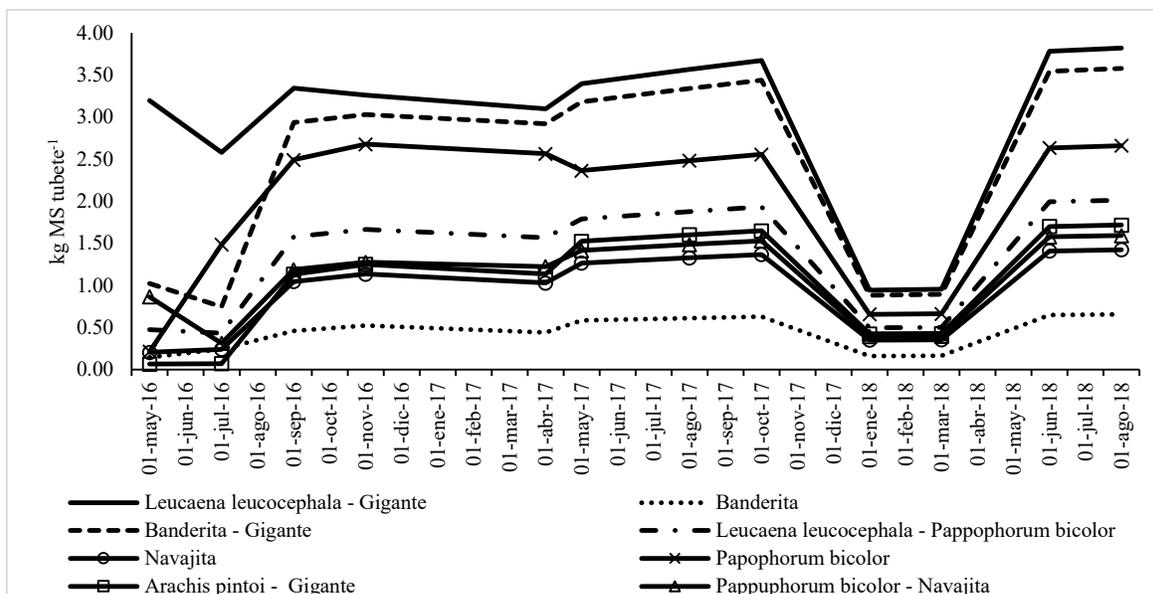


Figura 1. Biomasa de láminas foliares (kg MS tubo⁻¹) en 12 fechas de corte en cinco pastos nativos y dos leguminosas en condiciones de invernadero en tubos cilíndricos de PVC de 0.88 m³ en Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Conclusiones

La producción forrajera en las especies evaluadas en tepetates como sustrato no es nula y *Leucaena leucocephala*-gigante y banderita-gigante, fueron los más productivos con 65.26 y 55.44 kg MS tubo⁻¹, respectivamente. La reincorporación de tepetates a la agricultura en zonas de temporal debe promoverse y el trasplante de especies pioneras en temporal resultó una herramienta valiosa. La incorporación de pastos tolerantes a tepetates resulta de trascendental importancia.

Literatura Citada

- Barbaro LA, Healy VI, Karlanián MA y Mazzoni M. 2015. Ceniza volcánica como alternativa a la perlita en la formulación de sustratos para plantines florales. *Ciencia del Suelo* 33(2): 213-219.
- BUAP (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla). 2012. Beneficiosa la ceniza volcánica para suelos y plantas. http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/wb/comunic/beneficiosa_la_ceniza_volcanica_para_suelos_y_1831.
- Cajuste, LJ y J Cruz D. 1987. Presencia de materiales amorfos en algunos tepetates de la zona de influencia de Chapingo, pp. 69-77. In: J. F. Ruiz F. (ed.) *Uso y manejo de los tepetates para el desarrollo rural*. Univ. Aut. Chapingo, Depto. de Suelos, Mexico.
- Etchevers B, JD, L Cruz H, J Mares A y C Zebrowski. 1991. Fertilidad de los tepetates. 1: Fertilidad actual y potencial de los tepetates de la vertiente occidental de la Sierra Nevada. *Terra* 10 (especial): 171-177.
- Lemaire F, Dartigues A, Riviere L, Charpentier S. and Morel P. (eds). 2005. *Cultivos en macetas y contenedores: Principios agronómicos y aplicaciones*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 110 pp.
- Quero-Carrillo AR, Hernández-Guzmán FJ, Velázquez-Martínez M, Gámez-Vázquez HG, Landa-Salgado P y Aguilar-López P. 2016. Métodos de establecimiento de pasturas en zonas áridas de México utilizando semillas crudas o carióspsides. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales* 4(1): 29–37.
- Quantin, P. 1991. Etude des sols volcaniques indures "tepetates" des bassins de Mexico et Tlaxcala (Mexique). Deuxième Rapport Annuel d'Avancement des Travaux, 1^{er} Avril 1990-31 Mai 1991. Informe presentado a la Comunidad Económica Europea. ORSTOM, Bondy, France. (Material xerografiado).

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2014. Programa de Manejo de Tierras para la Sustentabilidad Productiva. Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables. 104 p. https://www.coneval.org.mx/Informes/Evaluacion/Diagnostico/Diagnostico_2014/Diagnostico_2014_SEMARNAT_F002.pdf
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2013. Manejo sustentable del suelo. <https://es.slideshare.net/FAOoftheUN/manejo-sustentable-del-suelo-en-mexico-sagarpa-mexico>
- SAS Institute (2009) SAS/STAT User guide version 9.2. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 5136 p.

APLICACIONES GEOESPACIALES EN PASTIZALES DE CHIHUAHUA: EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS FUTURAS

GEOSPATIAL APPLICATIONS IN CHIHUAHUA RANGELANDS: EVOLUTION AND FUTURE TRENDS

Carmelo Pinedo¹, Alicia Melgoza¹, Carlos Morales¹ y Marusia Rentería¹
¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua

Resumen

La gran extensión territorial del estado de Chihuahua y los altos costos de la recolección de datos de campo limitan los estudios para apoyar los programas de manejo y rehabilitación de pastizales. Este trabajo explora las aplicaciones y evolución de las tecnologías geoespaciales basadas en sensoria remota y MDE para caracterizar cuatro fenómenos que impactan las tierras de pastizales y sus tendencias futuras. En su metodología se revisaron y analizaron artículos clave publicados entre 1998 y 2017. Se analizaron cuatro fenómenos de importancia regional: cambios de uso del suelo, sequías, fragmentación y respuesta de la vegetación al cambio climático. Los algoritmos y metodologías geoespaciales desarrolladas en escala estatal detectaron los cambios rápidos de uso del suelo y los niveles de fragmentación. Las coberturas de matorral, vegetación del desierto y cultivos agrícolas aumentaron a costa de las áreas de pastizales y bosques de encino-pino. Estas tecnologías también fueron útiles para evaluar expansión de invasiones por plantas exóticas y respuesta de la vegetación al cambio climático. Los sensores remotos y los MDE son fuentes de datos potenciales para estudiar los ecosistemas de pastizales al proporcionar mediciones frecuentes y precisas de fenómenos biológicos y físico ambientales.

Palabras Clave: Sensores remotos, MDE, usos del suelo, fragmentación, cambio climático

Abstract

The great territorial extension of the state of Chihuahua and the high costs of field data collection limit the studies to support range management and rehabilitation programs. This paper explores the applications and evolution of geospatial technologies based on remote sensing and DEM to characterize five phenomena that impact rangelands and their future trends. In its methodology, key articles published between 1998 and 2017 were reviewed and analyzed. Four phenomena of regional importance were analyzed: changes in land use, drought, fragmentation and response of vegetation to climate change. The geospatial algorithms and methodologies developed at the state scale detected rapid changes in land use and fragmentation levels. Shrub cover, desert vegetation and agricultural crops increased at the expense of grassland and oak-pine forests. These technologies were also useful to evaluate the expansion of invasions by exotic plants and the response of vegetation to climate change. Remote sensing and EDM are potential sources of data to study rangeland ecosystems by providing frequent and accurate measurements of biological and physical environmental phenomena.

Key words: Remote sensing, DEM, land use, fragmentation, climate change

Introducción

Los pastizales del estado de Chihuahua forman parte de tres grandes ecoregiones: templada, semidesierto y desierto. Sus características ecológicas se conjugan para sustentar una alta biodiversidad y servicios ecosistémicos, entre ellos la utilización de pastizales. Para describir el papel de las tecnologías geoespaciales en los pastizales se basó en el concepto descrito por Reeves y Mitchell (2011) como tierras usualmente dominadas por vegetación no forestal y referida por Fierro (2001) como tierras de pastoreo con vegetación nativa, la cual puede incluir matorrales, vegetación ribereña e inclusive bosques. Estos ecosistemas son fundamentales para mantener la calidad del suelo, mejorar la disponibilidad de agua limpia, capturar el exceso de dióxido de carbono, mantener la biodiversidad y sustentar la producción de forraje para el ganado (Hunt y Miyaki., 2006). En el contexto regional, la gran extensión de pastizales (247,487 km²) y los altos costos de la recolección de datos de campo representan una oportunidad en la utilización de sensores remotos y modelos digitales de elevación (MDE). En el nuevo milenio (2000's) se están generando cambios notables en los procesos y técnicas geoespaciales, que incluyen mejoras en la disponibilidad de los datos, sus resoluciones espacial y espectral, y la frecuencia temporal (Gong *et al.*, 2013). Para discernir y describir cómo los pastizales están cambiando a múltiples escalas espaciales y temporales se requiere la integración de sensores con características específicas. Este trabajo explora las aplicaciones y evolución de las tecnologías geoespaciales basadas en sensoria remota y MDE para caracterizar cuatro fenómenos que impactan las tierras de pastizales en el estado de Chihuahua y sus tendencias futuras.

Materiales y Métodos

Para valorar el papel de las aplicaciones geoespaciales en la ciencia de pastizales, en esta revisión se analizaron cuatro fenómenos de importancia regional: cambios de uso del suelo, fragmentación, sequías y la respuesta de la vegetación al cambio climático. En su metodología se revisaron y analizaron todos los artículos publicados entre el año 1998 y 2017. La propuesta de esta revisión se eligió por tres razones. En primer lugar, la temática tiene un alcance especial en la pérdida de productividad y estado de salud de los pastizales que son el foco actual de los estudios. En segundo lugar, el foro es representativo de la investigación en pastizales el cual aborda temas sobre sistemas de pastoreo, diversidad biológica, alteraciones ambientales, producción forrajera y restauración de ecosistemas. En tercer lugar, aunque las aplicaciones geoespaciales son breves en una escala de tiempo para reflejar las tendencias actuales; sin embargo, es también lo suficientemente larga como para permitir la evaluación de las tendencias en el uso de estas tecnologías.

Resultados y Discusión

Sensores remotos en los cambios de uso del suelo. El rápido cambio de uso del suelo ha impactado la estructura del paisaje y la productividad de los pastizales de las regiones áridas y semiáridas del estado de Chihuahua. El cuadro 1 presenta la dinámica de cambios del período 1990-2012 (Manjarrez *et al.*, 2015). Las áreas de pastizales (AP) y Bosques de encino-pino (Bqp) fueron los tipos de vegetación más afectados en la ecoregión. Tal reducción se atribuyó principalmente a las invasiones de las comunidades de matorrales y al aumento de las áreas de cultivo. Los índices de diversidad de Simpson y Shanon mostraron un claro proceso de fragmentación.

Monitoreo geoespacial de sequías en pastizales. La variabilidad del clima tiene efectos en la estructura y condición de los pastizales, no obstante, existe poca información acerca del

comportamiento de esta condición ambiental. Análisis de las tendencias de la precipitación y temperatura en los periodos de 1963 al 2003 y del 2003 al 2012 estimaron que a partir del 2005 la precipitación se presentó por debajo del límite inferior al promedio histórico y el año 2011 presentó el valor más bajo en los registros históricos (58 mm) (Figura 1). En la ecoregión del desierto, la zona norte y este fueron las más críticas en cuanto al forraje disponible con impactos negativos en la cadena productiva de bovinos de carne (Pinedo *et al.*, 2013). El índice Estandarizado de Precipitación (IEP) indicó que esta región es de mayor vulnerabilidad.

Cuadro1. Dinámica de cambios de uso del suelo en pastizales del desierto de Chihuahua en el período 1990-2012.

Tipo de vegetación	Periodos		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	-1.4
Bqp	11,456.56	8,397.78	3,058.78	-26.7	-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	-30.7	-1.4
VD	469,368.65	592,332.84	-122,964.19	26.2	1.19
AH	37,698.36	39,986.84	-2,288.48	6.07	0.28

AR= Áreas de riego, AT=Áreas de temporal, Bqp= Bosques de encino-pino, CA=Cuerpos de agua
MD= Matorral de desierto, AP=Áreas de pastizal, VD=Vegetación de desierto, AH= Asentamientos humanos

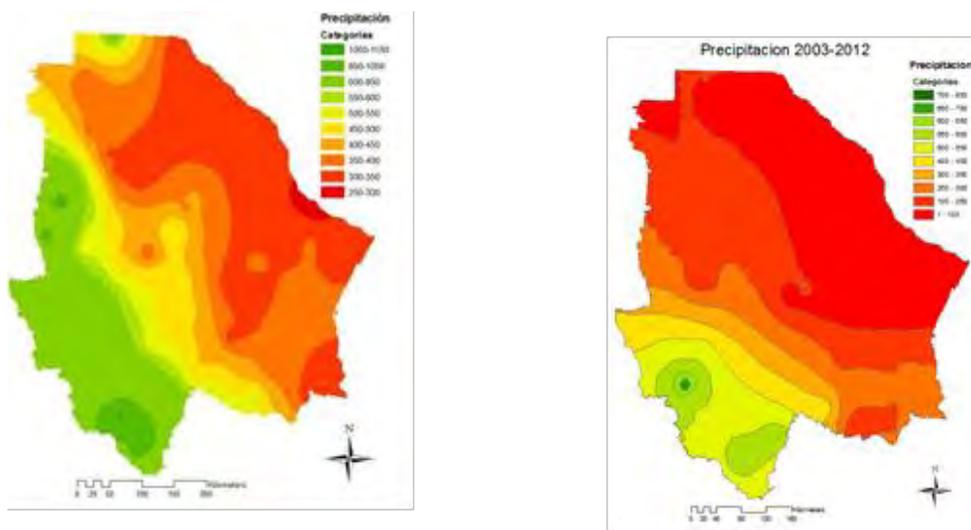


Figura 1. Comportamiento de la precipitación en los periodos 1963-2003 y 2003-2012 en las ecoregiones del estado de Chihuahua.

Análisis de fragmentación con imágenes Landsat. En otro estudio realizado en la ecoregión del desierto para conocer el grado de fragmentación de los pastizales, Manjarrez *et al.*, (2015) encontraron que los índices de Simpson y Shannon evidenciaron un claro proceso de fragmentación. Las métricas del paisaje mostraron que el número de parches aumentó de 8,354.23 a 11,469 confirmando el proceso de fragmentación. El incremento de la fragmentación se debe a factores de sobrepastoreo, variabilidad climática y a la expansión de las áreas agrícolas entre otros.

Respuesta de la vegetación al cambio climático: Sensores Remotos. La cuantificación de la cantidad de forraje disponible para el ganado en tiempo real utilizando métodos tradicionales puede ser costosa, lenta y desventajosa desde el punto de vista logístico. Se han usado enfoques para evaluar las condiciones del forraje de pastizales mediante sensoria remota.

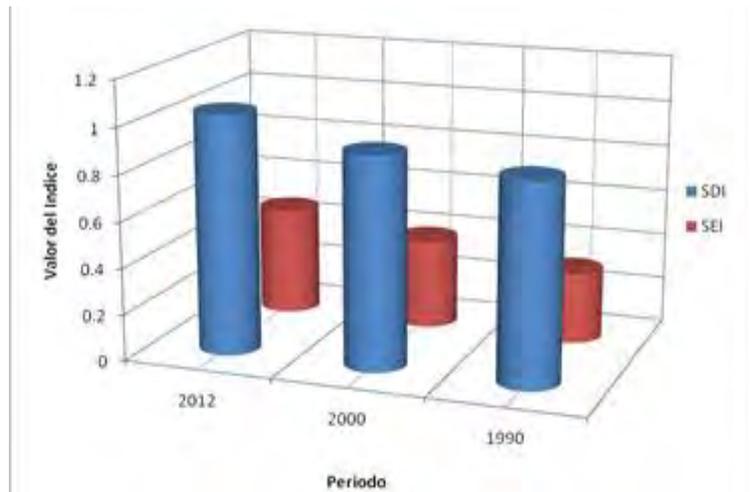


Figura 2. Histograma de los índices de diversidad de Simpson (SDI) y Shannon (SEI) para el periodo evaluado.

El enfoque empírico estima la biomasa o calidad del forraje basada en una relación estadística entre las bandas espectrales y los datos de vegetación recolectados en el campo. Tucker *et al.* (1983) obtuvieron predicciones aceptables de biomasa a escala regional a través de técnicas de regresiones lineales y logarítmicas entre los datos de biomasa recolectada en el suelo con procesos NDVI con el sensor AVHRR. En dos ecoregiones de Chihuahua (semidesierto y desierto), Pinedo *et al.* (2013) generaron modelos basados en datos de campo y radiometría interpolados a imágenes MODIS para estimar biomasa un año después (2011) de una sequía intensa (Figura 3). Los mapas en el 2012 mostraron estimaciones promedio de 80 y 150 kg ha⁻¹ en las ecoregiones del desierto y semidesierto (Figura 4). Bajo estas condiciones de producción forrajera, las unidades animales bajo pastoreo no disponen del forraje suficiente incluso para su mantenimiento, esto conforme al criterio de Chávez (1986) de que un animal pierde de 350 a 600 gr por día de su peso corporal, cuando la producción de forraje disponible se encuentra por debajo de los 150 kg/ms/ha.

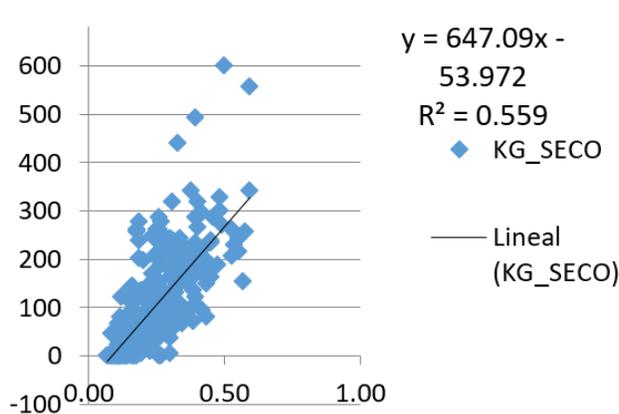


Figura 3. Relaciones de los datos de campo y radiómetro interpolados con imágenes MODIS.

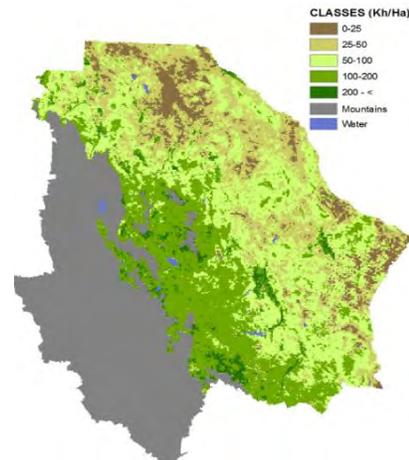


Figura 4. Estimaciones promedio de biomasa en dos ecoregiones del estado de Chihuahua.

Tendencias futuras de las aplicaciones geoespaciales en el monitoreo de pastizales

Los sensores remotos y los MDE han demostrado un potencial sin precedentes al proporcionar mediciones frecuentes y precisas de fenómenos biológicos y físico ambientales para estudiar los ecosistemas de pastizales. Las tendencias se enfocan a mejoras y progresos en las áreas de disponibilidad de datos, procesamiento de algoritmos e inteligencia artificial de programas y productos biofísicos. El diseño y la aplicación de los sensores a bordo de vehículos espaciales continuarán evolucionando, y una variedad más amplia de sistemas de satélites, incluidos el radar y el lidar podrían ser útiles en el futuro (Hansen *et al.*, 2013). Actualmente se están evaluando mediciones de variables de pastizales mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV por sus siglas en inglés). Sin embargo, las experiencias indican que las investigaciones futuras se verán limitadas si se siguen usando las cámaras digitales convencionales RGB considerando que para determinadas tareas relacionadas con investigaciones científicas se requiere mayor resolución espectral.

Conclusiones

La investigación y desarrollo tecnológico en el campo de la ciencia geoespacial, actualmente atiende la demanda de datos e información relacionada con el estado de salud y productividad de los pastizales. El monitoreo de áreas remotas, la complejidad del relieve y la alta variación interanual en la productividad hacen que la detección remota sea la herramienta más rentable y eficaz para evaluar el estado y la salud de los pastizales. Los cambios en el uso del suelo, la fragmentación y las invasiones por especies no nativas continuarán evolucionando en respuesta a las perturbaciones a gran escala y al cambio climático global e incluso regional. Como resultado, el monitoreo de estas dinámicas de cambio y la extensión y severidad de los niveles de fragmentación continuarán siendo el enfoque de muchos algoritmos y evaluación de plataformas de sensoria remota en proyectos y programas nacionales y regionales.

Literatura Citada

- Chávez, S.A.H. 1986. Comparación del sistema de pastoreo continuo y corta duración, bajo dos intensidades de carga durante la época de sequía. Tesis. Facultad de Zootecnia de Zootecnia. U.A.CH. 158p.
- Fierro L.C. 2001. Análisis de la condición de los pastizales del Desierto Chihuahuense en México. Consultoría para Pronatura Noreste.
- Gong, P., J. Wang, L. Yu, Y. Zhao, Y. Zhao, L. Liang, Z. Niu, X.Huang et al. 2013. Finer resolution observation and monitoring of global land cover: First mapping results with Landsat TM and ETM+ data. *International Journal of Remote Sensing* 34, 2607–2654.
- Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman et al. 2013. High-Resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342, 850–853.
- Hunt, E. R. and B. A. Miyake. 2006. Comparison of stocking rates from remote sensing and geospatial data. *Rangeland Ecology & Management* 59, 11–18.
- Manjarrez, C., A. Pinedo, C. Pinedo, F. Villarreal y L. Cortes. 2015. Vegetation Landscape Analysis due to Land use changes on arid lands. *Pol. J. Ecol.* 63: 167–174.
- Pinedo, C., N. Hernández, A. Melgoza, M. Rentería, C. Vélez, C. Morales., M. Quintana, E. Santellano., E. Esparza. 2013. Diagnóstico Actual y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Reporte Técnico. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Reeves, M. C. and J. E. Mitchell. 2011. Extent of coterminous US rangelands: Quantifying implications of differing agency perspectives. *Rangeland Ecology and Management* 64, 1–12.
- Tucker, C. J., C. Vanpraet, E. Boerwinkel, and A. Gaston. 1983. Satellite remote sensing of total dry matter production in the Senegalese Sahel. *Remote Sensing of the Environment* 13, 461–474.

USO DE HÁBITAT POR AVES RAPACES DIURNAS EN EL ECOSISTEMA DE PASTIZAL DE MAPIMÍ, DURANGO.

USE OF HABITAT BY DIURNAL RAPTORS IN THE GRASSLAND ECOSYSTEM OF MAPIMI, DURANGO.

Mayela Rodríguez¹, Luis G. Yañez¹ y Gonzalo Hernández¹

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo

Resumen

Los pastizales proporcionan una gama amplia de bienes y servicios ecosistémicos importantes a través de la provisión de hábitats para el sostenimiento de la biodiversidad. En el caso particular de las aves rapaces diurnas la pérdida y degradación de los ambientes naturales son la mayor amenaza para su subsistencia. El objetivo del estudio fue estimar la diversidad de aves rapaces diurnas, del ecosistema de pastizal del municipio de Mapimí, Durango. Se hizo un conteo de aves mediante método de muestreo de transecto lineal. Los muestreos cada 15 días durante la estación de otoño del 2017. Cada observación fue registrada y fotografiada, posteriormente los individuos fueron identificados y sistematizados por género y especie. Además, los individuos fueron clasificados de acuerdo a su categoría de residencia y riesgo. Se registraron 10 especies de aves rapaces diurnas, de las cuales cinco se encuentran sujetas a protección especial y solamente una se encuentra amenazada. Se registró un alto porcentaje (47%) de aves con preferencia en sitios con pastizal, lo que confirma su importancia como hábitat.

Palabras clave: avifauna, matorral desértico, abundancia.

Abstract

Grasslands provide a wide range of important ecosystem goods and services through the provision of habitats for the sustainability of biodiversity. In the particular case of diurnal raptors, the loss and degradation of natural environments are the greatest threat to their subsistence. The objective of the study was to estimate the diversity of diurnal raptors, of the grassland ecosystem of the municipality of Mapimí, Durango. A bird count was made by linear transect sampling method. The samplings every 15 days during the autumn season of 2017. Each observation was recorded and photographed, later the individuals were identified and systematized by gender and species. In addition, the individuals were classified according to their category of residence and risk. Ten species of diurnal raptors were recorded, of which five are subject to special protection and only one is threatened. A high percentage (47%) of birds was recorded, preferably in grasslands sites, confirming its importance as a habitat.

Introducción

Los pastizales proporcionan una gama amplia de bienes y servicios ecosistémicos importantes a través de la provisión de hábitats para el sostenimiento de la biodiversidad que, en el caso particular de las aves, se refleja en el mantenimiento de una avifauna singular y distintiva respecto de la que ofrecen otros tipos de ambientes (Codesido y Bilenca, 2014).

La pérdida y degradación de los ambientes naturales son la mayor amenaza para las especies silvestres, en particular para grupos que desempeñan diversas funciones biológicas. Las aves rapaces diurnas influyen en la estructura y dinámica de los ecosistemas naturales (Thiollay, 2007). Estas aves determinan los patrones estructurales y de composición de las comunidades de sus presas, reciclan la materia muerta del ambiente, controlan plagas en cultivos y se les valora como

indicadores de la calidad ambiental por su sensibilidad a las perturbaciones humanas o contaminantes ambientales (Vázquez *et al.*, 2009).

La presencia de las aves rapaces diurna en un determinado ambiente depende de diferentes factores o combinación de ellos, como el estado de conservación del mismo, la disponibilidad de alimento, la presencia de fuentes de perturbación e incluso la época del año, pues tanto los movimientos migratorios como la época de reproducción influyen en la riqueza y abundancia de este grupo (Carmona *et al.*, 2017). Por ser generalmente poco abundantes y raras, las rapaces diurnas son un grupo vulnerable a cambios ambientales causados por actividades humanas o fenómenos naturales. Por esta razón, varias especies se les reconoce como amenazadas.

En México, el 77% de rapaces diurnas se encuentran en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2002). Sin embargo, a pesar de este elevado porcentaje el estudio ecológico y biológico con rapaces en las zonas áridas de México es muy limitado. Algunos trabajos publicados hacen mención de aves rapaces en la zona, informando la presencia de *Buteo plagiatus*, *Parabuteo unicinctus*, *Bubo virginianus*, *Buteo swainsoni*, *Falco peregrinus* (Garza *et al.*, 2007; CONANP, 2006; González, 2017). Sin embargo, no hay trabajos que aborden toda la comunidad de aves rapaces en el ecosistema de pastizal de Mapimí, Durango. Desde esta perspectiva, el estudio se realizó para estimar la diversidad de aves rapaces diurnas, del ecosistema.

Materiales y Métodos

El área de estudio se localiza entre los paralelos 25° 29' y 26° 51' de latitud norte; los meridianos 103° 33' y 104° 37' de longitud oeste; altitud entre 1100 y 2900 m (INEGI, 2005). El clima en esta zona es seco desértico, con régimen de lluvias en verano e invierno fresco. La temperatura media anual varía de 19 a 21 °C, el promedio de las temperaturas máximas y mínimas de 29 y 11 °C respectivamente, por lo que se dice que es un clima extremoso (Rojas, 2001). Las lluvias, por lo general son escasas y mal distribuidas, la precipitación promedio anual es de 215.5 mm. Es una región prioritaria representativa del desierto Chihuahuense, particularmente de los ambientes de bolsones, con importante presencia de especies clave propias de pastizal halófilo y del matorral desértico micrófilo, los tipos de vegetación más representados.

El estudio se realizó durante la temporada de otoño de 2017, en la zona sur del municipio de Mapimí, Durango. La vegetación está integrada en su mayor parte por diferentes comunidades de matorral desértico micrófilo y asociaciones de matorral desértico rosetófilo, pastizal natural y pastizal inducido.

La abundancia y diversidad de las aves rapaces diurnas se determinó por medio del método de muestreo de transecto lineal (Posadas *et al.*, 2011), método apropiado para muestrear grandes áreas, y donde el objeto de estudio cuenta con poblaciones con alta densidad y donde los individuos son muy móviles. Los muestreos se realizaron con una frecuencia de cada 15 días (dos por mes), entre las 7:00 y 18:00 horas. Cada observación fue registrada y fotografiada, posteriormente los individuos fueron identificados con el apoyo de Guías para la identificación de aves y la plataforma *online* de naturalista de la CONABIO.

La información se sistematizó por género y especie. Además, los individuos fueron clasificados de acuerdo a su categoría de residencia y riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010).

Resultados y Discusión

Durante tres meses se registraron 10 especies de rapaces diurnas, del orden Accipitriformes y Falconiformes. Se observaron 49 individuos en los seis muestreos realizados. De las especies

identificadas en este trabajo, cinco se encuentran sujetas a protección especial y solamente una se encuentra amenazada, respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cuadro 1).

La abundancia de aves varió entre los hábitat, teniendo mayores registros las áreas de pastizal y áreas abiertas, y en menor medida las áreas de cultivo (Figura 1). La selección de hábitat por rapaces estaría influenciada por la accesibilidad y abundancia de presas como roedores, aves e insectos. Los hábitats más usados en este estudio se caracterizan por tener más accesibilidad de presas con respecto a otras áreas. Como fue observado en otros estudios (Bechard, 1982; Preston, 1990; Leveau y Leveau, 2002) estas rapaces evitaron los cultivos, debido posiblemente a una mayor altura y densidad de las plantas con respecto a los otros hábitats.

Cuadro 1. Abundancia mensual de aves rapaces diurnas durante la temporada de otoño de 2017 en Mapimí, Durango, en tres tipos de hábitat.

Especie		Categoría de riesgo	Tipo de vegetación		
Nombre común	Nombre científico		Pastizal	Áreas de cultivo	Áreas abiertas
Aguililla cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>		5	3	5
Aguililla rojinegra	<i>Parabuteo unicintus</i>	Pr	5		3
Aguililla de swainsoni	<i>Buteo swainsoni</i>	Pr	3	1	4
Cernícalo Americano	<i>Falco sparverius</i>		4	2	3
Halcón mexicano	<i>Falco mexicanus</i>	A			1
Milano cola blanca	<i>Elanus leucurus</i>		1		
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	Pr		1	1
Gavilán de cooper	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr	1		2
Aguililla cola blanca	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Pr	2		
Aguililla cola corta	<i>Buteo brachyurus</i>		2		

Pr=Protección especial, A=Amenazada. Categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

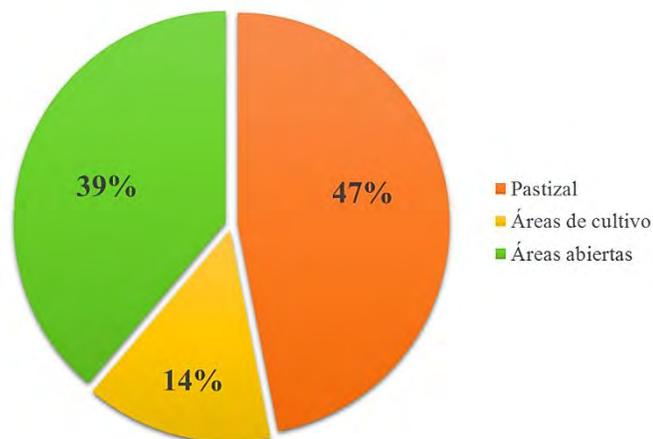


Figura 1. Porcentaje de uso de hábitat de aves rapaces diurnas en Mapimí, Durango.

Conclusiones

La mayor parte de las aves rapaces diurnas fue encontrada en sitios de pastizal, lo que confirma su importancia como hábitat seleccionado por este tipo de aves en Mapimí Durango. Lo anterior permite reflexionar sobre la necesidad de conservar el paisaje mediante la protección de la mayor parte de los pastizales, para propiciar el equilibrio ecológico que permita, a su vez, proteger la biodiversidad y los recursos naturales de la entidad.

Literatura Citada

- Bechard M.J. 1982. Effect of vegetative cover on foraging site selection by Swainson's Hawk. *Condor* 84:153-159
- Carmona, R., Mendoza, L. F., Molina, D., Ortega, L., Miramontes, E. y Cruz M. 2017. Presencia espacial y temporal de aves rapaces diurnas (Aves: Accipitriformes, Falconiformes) en Marismas Nacionales, Nayarit-Sinaloa, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 33(1).
- Codesio M. y David N. Bilenca. 2014. Los pastizales y el servicio de soporte de la biodiversidad: respuesta de la riqueza de aves terrestres a los usos de la tierra en la provincia de Buenos Aires. Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.
- CONANP. 2006. Programa de conservación y manejo. Reserva de la Biosfera Mapimí. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT. México.
- Chávez S., L.; Ramos L., M.; Álvarez F., A. y Licea C., L. 2015. Inventario ornitológico de cuatro ecosistemas de pastizales en la Cuenca del Cauto, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*. Vol. 4, No. 1. Pp. 115-119.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Garza, H., A., Aragón P., E. E., Neri, F. M., Sánchez, R. A., De León M G D., Gutiérrez R., S. R. 2007. Guía de aves de la reserva de la biosfera de Mapimí. Centro de ecología regional. Durango. México.
- González J., A. 2017. Ornitofauna del matorral desértico micrófilo en el sureste de Mapimí, Durango.
- INEGI. 2005. Prontuario de información geográfica de los Estados Unidos Mexicanos. Mapimí, Durango. Clave geoestadística 10013.
- Leveau, L. M. y Leveau, C. M. 2002. Uso de hábitat por aves rapaces en un agroecosistema pampeano. *Hornero* 017 (01): 009-015
- Osorio H., B. C. 2014. Inventario de la biodiversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del "Humedal Laguna el Oconal" del Distrito de Villa Rica. *Práctica Profesional: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María Perú.*
- Posadas L., C.; Chapa V., L.; Arredondo M., J. T. y Huber S., E. 2011. Riqueza de especies de aves de pastizal evaluadas por dos métodos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. Vol. 2. No. 3.
- Preston C. 1990. Distribution of raptor foraging in relation to prey biomass and habitat structure. *Condor* 92:107-112
- Rojas D., C. O. 2001. Producción de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) bajo el sistema de agricultura orgánica. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango. México.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre y acuática en peligro de extinción, amenazada, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. México, D. F.
- Thiollay, J. M. 2007. Raptor communities in French Guiana: distribution, habitat selection, and conservation. *Journal of Raptor Research* 41:90-105.
- Vázquez P., Enríquez P. L. y Rangel S., J. L. 2009. Diversidad de aves rapaces en la Reserva de la Biosfera Selva el Ocote, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80: 203-209.

RESPUESTA DEL ESTRATO HERBÁCEO EN UN PASTIZAL ARBORESCENTE A OBRAS DE CONSERVACIÓN DE AGUA Y SUELO EN CHIHUAHUA, MÉXICO

VEGETATION RESPONSE TO WATER AND SOIL CONSERVATION PRACTICES OF AN ARBORESCENT GRASSLAND IN CHIHUAHUA, MEXICO

M.H. Royo¹, J.S. Sierra¹, G. Sosa¹ y A. Álvarez¹.

¹Campo Experimental La Campana-INIFAP. Correo: royo.mario@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo del estudio fue registrar la respuesta de la vegetación a diferentes obras de conservación de agua y suelo en un pastizal mediano arborescente después de dos años de establecidas. En el 2015 se construyeron un total de 230 Bordos en Curvas a Nivel con una longitud de 100 m cada uno y un espaciamiento de 10 m entre bordos. También se construyeron un total de 1,525 zanjas trincheras con 20 m de largo, 0.5 m de ancho y 0.5 m de profundidad. Para obtener cobertura basal de la vegetación, se utilizó una línea de Canfield de 10 m de longitud. Los muestreos se realizaron en el mes de septiembre de 2017. Se midió vegetación entre bordos, en el bordo y afuera como testigo. Los datos se analizaron por tipo de obra (gradiente) y por especie, con un análisis de varianza y comparación de medias por prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). La cobertura basal total del estrato herbáceo no mostro diferencia alguna entre tratamientos. La cobertura basal de zacates perennes (tres barbas principalmente) mostró valores más altos significativos ($P<0.05$) entre los bordos para ambos tratamientos (zanjas trincheras y bornos en curvas a nivel), en relación con el testigo y en el bordo. En los bordos las especies zacate rosetilla y cadillo registraron los valores significativamente mayores de cobertura, ambas especies son consideradas indicadores de disturbio. Las obras bordos en curvas a nivel obtuvo mejor respuesta de los zacates perennes que la obras zanjas en trincheras.

Palabras clave: bordos nivel, tinajas ciegas, estrato herbáceo

Introducción

A nivel nacional la superficie degradada por actividades agrícolas y pecuarias correpondía a 77.4% (38.7 a cada una de ellas). Para el norte de México el principal factor de degradación del suelo es el sobrepastoreo, que reduce la cobertura vegetal e iniciando así un proceso de erosión y por lo tanto reducción de la productividad de la actividad ganadera, siendo la principal causa de degradación en el estado de Chihuahua con un 71.2% para el 2002 (Semarnat 2016). Según Cardoza et al. (2007) mencionan que el 64% de los suelos de México presentan algún problema de degradación, que van desde ligera a extrema. Estudios realizados en el 2002 indican que el 42% de la superficie nacional puede estar afectada por erosión hídrica y el estado de Chihuahua afectada en un 12% de su superficie, un poco por encima del promedio nacional (11.9%), ocurriendo esta principalmente en la Sierra Madre Occidental (Semarnat, 2016). Aunque Chihuahua ocupa el quinto lugar con una mayor proporción de su superficie con vegetación natural (primaria y secundaria) (88%)

Con la idea de recuperar suelos y minimizar la erosión se han realizado de manera automática un buen número de obras de conservación en tierras ganaderas y forestales; sin tener una adecuada evaluación de adaptación a las condiciones socio-ambientales de las diferentes regiones

de México (Cotler et al., 2013a). En las evaluaciones externas realizadas a la CONAFOR se señala que la principal práctica realizada dentro de su programa de conservación y restauración de suelo forestales fueron las zanjas de trincheras, con un poco más del 50% del total de las prácticas realizadas (Cotler *et al.*, 2015). El objetivo del estudio fue registrar la respuesta de la vegetación a diferentes obras de conservación de agua y suelo en un pastizal mediano arborescente después de dos años de establecidas.

Materiales y Métodos

El área se ubica en la región centro del estado de Chihuahua, en la Colonia El Charco, municipio de Chihuahua. Las Coordenadas son 28° 23' 20.45" Latitud Norte y 106° 09' 57.66" Longitud Oeste, en una superficie de 30 ha. COTECOCA (1978) describe al sitio con una topografía con pendiente de 4 a 6%, el suelo es de profundidad media de 25 a 50 cm de profundidad, de textura medio arcillosa con grava. El clima que presenta es del seco templado con verano cálido y precipitación de 400 a 500 mm, con una época seca de 8 meses. Las especies arbóreas presentes en el sitio son del género *Quercus* y las gramíneas deseables son navajita (*Bouteloua gracilis*), navajita velluda (*B. hirsuta*) y como menos deseables los zacates: banderilla (*B. curtipendula*), zacate lobero (*Lycurus phleoides*) y tres barbas perennes (*Aristida* spp.), las hierbas en general no son consideradas como forrajeras.

En el 2015 se construyeron un total de 230 Bordos en Curvas a Nivel con una longitud de 100 m cada uno y un espaciamiento de 10 m entre bordos. Se trata de un sistema de bordos realizados con el suelo de excavación, de forma perpendicular a la pendiente del terreno, siguiendo curvas a nivel. Fueron elaborados con maquinaria, en combinación con instrumentos manuales. Sirven para propiciar la intercepción de azolves y escurrimientos, así como aumentar la infiltración y retención de humedad para el establecimiento de reforestaciones y vegetación nativa. También se construyeron un total de 1,525 zanjas trincheras o tinas ciegas con las siguientes dimensiones 20 m de largo, 0.5 m de ancho y 0.5 m de profundidad que captarán un total de 7,625 m³/año (5 m³/año cada una).

Para obtener la cobertura basal de la vegetación se utilizó una línea de Canfield de 10 m de longitud. El muestreo de vegetación se realizó utilizando línea de Canfield de 10 m de longitud (Fierro *et al.* 1980). Los muestreos se realizaron en el mes de septiembre de 2017. Se midió la vegetación entre bordos, en el bordo y como testigo afuera de la exclusión donde se realizaron las obras. En la parte superior del área donde solo se tienen bordos en curvas de nivel se midieron 4 líneas entre bordos y en el bordo, para cada uno. En la parte media del área donde se ubican las zanjas de trincheras se midieron 8 líneas en entre bordos y en el bordo, para cada caso. Afuera de la exclusión en la parte contigua se hicieron 6 mediciones siguiendo la pendiente del terreno. Los datos se analizaron por tipo de obra (gradiente) y por especie, con un análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias por medio de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (Steel y Torrie, 1980). Previo a este análisis, los datos se transformaron por medio del arco-seno (seno^{-1}) para que cumplieran con el supuesto de normalidad necesario para el ANOVA. Sin embargo, para una mayor aproximación de las estimas a la realidad, las figuras se realizaron con los datos originales. El análisis de los datos se realizó con el procedimiento GLM de SAS (2006).

Resultados y Discusión

La cobertura basal total del estrato herbáceo no mostro diferencia alguna entre las obras y con el testigo. El mayor valor de cobertura basal fue de 39.3% en los bordos de las zanjas en trincheras con y el menor valor correspondió a lps bordos en las curvas a nivel con un porcentaje de 26.5%. Sin embargo, la cobertura basal de zacates perennes mostró valores más altos significativos ($P<0.05$) entre los bordos para ambos tratamientos (zanjas trincereras y bornos en curvas a nivel, con valores respectivos de 4.6 y 5.5%, respectivamente), en relación con el testigo y en el bordo, donde practicamente en éste último no se registrion zacates perennes (Cuadro 1). En general, la cobertura basal de zacates perennes en el área de estudio esta por debajo de lo esperado para el sitio, a pesar de tener dos años de exclusión. Llama la atención que la cobertura basal de gramíneas perennes sea menor entre zurcos de las zanjas de trincheras a pesar de estar en la parte más baja de el área y con relativa menor pendiente. Algunos autores sugieren que las zanjas trincheras no mejoran la calidad de los suelos, por lo tanto no lo conservan (Cotler *et al.*, 2015) y al parecer la repuesta de la vegetación registrada en este trabajo tampoco es la mas adecuada para el sitio, observando mejor respuesta de los zacates perennes en la obra bordos en curvas a nivel. Las zanjas en trincereras deben de hacerse de manera acotada y puntual en ambientes áridos y semiáridos, con suelos superficiales, erosionados, con muy poca materia orgánica (Cotler *et al.*, 2015). De un punto de vista mas holístico, considerando la respuesta de la vegetación a las obras, el balance hídrico entre la cuenca y el consumo de evapotranspiración de las plantas, la vocación del suelo (agrícola, ganadera o forestal) y el uso que los propietarios de la tierra le van a dar.

Cuadro 1. Cobertura basal por obra y ciclo de vida de zacates

	Zacates anuales	Zacates perennes	Hierbas	Cobertura total
Gradiente 1	Bordos curvas a nivel			
Testigo	5.5 ± 1.5 ^a	1.5 ± 0.6 ^b	25.3 ± 1.9 ^a	32.3 ± 3.5 ^a
Entre bordos	4.7 ± 2.5 ^a	5.5 ± 1.7 ^a	17.4 ± 3.8 ^a	27.6 ± 6.5 ^a
En el bordo	10.9 ± 3.7 ^a	0 ± 0.0 ^b	15.6 ± 3.7 ^a	26.5 ± 7.5 ^a
Gradiente 2	Zanjas trincheras			
Testigo	5.5 ± 1.5 ^b	1.5 ± 1.6 ^b	25.3 ± 1.9 ^a	32.3 ± 3.5 ^a
Entre bordos	7.4 ± 2.1 ^b	4.6 ± 1.3 ^a	22.0 ± 1.4 ^a	34.7 ± 2.2 ^a
En el bordo	14.9 ± 2.3 ^a	0.1 ± 0.1 ^b	24.2 ± 2.2 ^a	39.3 ± 4.5 ^a

Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey; $\alpha=0.05$).

En el cuadro 2 se observa la respuesta de la cobertura basal en porcentaje por especie sin considerar el tipo de obra. Los zacates tres barbas su mejor respuesta fue entre los bordos de ambas obras con una cobertura de 4.8%, estadísticamente mayor a la coberura del testigo y en el bordo ($P<0.05$), este incremento en la cobertura es por efecto de exclusión del área de las obras, ya que el área testigo está sometida a un sobrepastoreo. En el caso del zacate rosetilla (*Cenchrus insertus*) observa una alta cobertura en el bordo con un porcentaje de 3.1 y con mayor valor estadísticamente significativa ($P<0.05$) que las coberturas registradas en el testigo y entre bordos, esta especie es indicadora de disturbio. En el caso de zacate mota (*Chloris virgata*) no mostro diferencias en cobertura entre sitios. Sin embargo, esta especie anual presentó la mayor cobertura en el bordo (área de disturbio). En el caso de la hierbas la tronadora (*Crotalaria pumila*) registró una cobertura de 5% en el testigo y estadísticamente diferente a los porcentajes registrados en los sitios entre bordos y en los bordos. Esta especie es tóxica para el ganado por lo tanto no lo consemo y con contar con mayor humedad el area posiblemente permite una mayor población

con respecto al área contigua de las obras, donde los bordos y zanjas producen un microambiente más xerico. En el caso de la hierba oreja de ratón (*Dichondra argentea*) el mayor valor lo registró el área testigo y estadísticamente diferente ($P<0.05$) a los sitios entre bordos y en el bordo, esta hierba forma un tapete y el sitio al tener mas escurrimiento favorece su incremento en cobertura.

Cuadro 2. Cobertura basal en porcentaje por especie

Gramíneas	Promedio		
	Testigo	Entre bordos	Bordo
Tres barbas perennes	0.6 ± 0.2 ^b	4.8 ± 0.9 ^a	0.0 ± 0.0 ^b
Rosetilla	0.6 ± 0.3 ^b	0.2 ± 0.09 ^b	3.1 ± 1.3 ^a
Zacate bermuda	0 ± 0.0 ^a	4.0 ± 1.5 ^a	7.0 ± 2.1 ^a
Zacate mota	0.3 ± 0.1 ^a	0.1 ± 0.03 ^a	1.5 ± 1.2 ^a
Hierbas			
Tronadora	5.0 ± 0.6 ^a	0.4 ± 0.8 ^b	0.2 ± 0.9 ^b
Oreja de ratón	3.0 ± 1.2 ^a	0 ± 0.0 ^b	0 ± 0.0 ^b
<i>Diodia teres</i>	3.6 ± 1.1 ^a	2.2 ± 0.4 ^{ab}	1.0 ± 0.2 ^b
Cadillo	0 ± 0.0 ^b	0.1 ± 0.01 ^b	0.4 ± 0.1 ^a
Hierba de la víbora	2.7 ± 0.9 ^a	0.9 ± 0.2 ^b	0.2 ± 0.1 ^b

Literales diferentes entre indican una diferencia estadística significativa (Tukey; $\alpha < 0.05$).

En el caso de la hierba *Diodia teres*, registro su mayor valor en el testigo ($P<0.05$), seguida de el sitio entre bordos y el menor valor para el sitio en el bordo, con valores de 3.6, 2.2 y 1.0%, respectivamente. Esta hierba es inconspicua, no mayor de 10 cm de altura en el área y con una cobertura basal de 2 a 3 mm de tallo. En el caso del cadillo (*Xhantium strumarium*) prácticamente solo se registró en el bordo (área de disturbio) con un valor de 4% de cobertura. La hierba de la víbora (*Zornia dhypylla*) registró un valor de 2.7% el area testigo y significativamente mayor ($P<0.05$) a los sitios entre bordos y en el bordo, esta hierba prefiere ambientes mas mésicos provocados por un mayor escurrimiento en el sitio testigo.

Conclusiones

Las obras bordos en curvas a nivel obtuvo mejor respuesta de los zacates perennes que la obras zanjas en trincheras. Se debe evaluar la respuesta de la vegetación a las diferentes obras de conservación de suelo que se realizan en zonas pecuarias y forestales, para seleccionar aquellas que podamos mejor balanceadas entre respuesta hidrológica a la cuenca, respuesta de la vegetación en el sitio y el balance hídrico entre la vegetación y la obra.

La escasa cobertura de zacates perennes en el testigo se debe seguramente al sobrepastoreo que es sujeta el área. En el sitio entre bordos muchas de las hierbas seguramente son desplazadas por las especies de zacates perennes y en el sitio en el bordo, solo se registraron herbáceas anuales y algunas indicadoras de disturbio dominando.

Literatura Citada

- Cardoza V.R., Cuevas F.L., García C.J.S., Guerrero H.J.A., González O.J.C., Hernández M.H., Lira Q.M.L., Nieves F.J.L., Tejeda S.D. y Vázquez M.C.M. 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. CONAFOR. Zapopan, Jal. 70 p.
- COTECOCA. 1978. Chihuahua. Subsecretaría de Ganadería. SARH. 151 p.

- Cotler, H., Cram S., Martínez T.S. y Quintamar E. 2013. Forest soil conservation in central Mexico: an interdisciplinary assessment". *Catena*, 104: 280-287. En: <https://www.researchgate.net/publication/235736890>.
- Cotler H., Cram S., Martínez T.S. y Bunge V. 2015. Evaluación de prácticas de conservación de suelos forestales en México: caso de las zanjas trinchera. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. 88: 6-18.
- Fierro G., L.C., Ibarra F.F., Martín R.M., Melgoza C.A., Peña N.J.M., Sierra T.J.S. y Soltero G.S. 1980. Manual de Métodos de Muestreo de Vegetación. Coordinación Nacional de Manejo de Pastizales. INIP-SARH. 1(1): 1-106.
- SAS Institute Inc. 2006. *Statistical Analysis System 9.1.3 User's guide*. Cary, NC, USA.
- Semarnat. 2016. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave de Desempeño Ambiental y Crecimiento Verde. Edición 2015. Semarnat. México. 470 p.
- Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. 1980. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. New York, NY, USA: McGraw-Hill Book Co. 633 p.

MESA DE TRABAJO

NUTRICION



ACEPTABILIDAD Y CONSUMO DE ENSILADOS DE AVENA ENRIQUECIDOS CON GRANO DE GIRASOL Y MAÍZ PARA GANADO BOVINO DE LECHE

ACCEPTABILITY AND INTAKE OF OAT SILAGE ENRICHED WITH SUNFLOWER GRAIN AND CORN FOR DAIRY CATTLE

Elia E. Araiza¹, Francisco O. Carrete², Juan F. Sánchez², Marcelo Hernández¹, Óscar G. Alaniz¹, Faviola Ortiz¹

¹ *Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Carretera Durango-México km 22.5 Villa Montemorelos. Durango, Durango; México CP. 34371*

² *Universidad Juárez del estado de Durango Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia km 11.5 Carretera Durango-El Mezquital, Durango, Durango; México CP. 34170.*

Resumen

A fin de evaluar la aceptación y el consumo en ensilados de avena enriquecidos con grano de girasol y maíz se realizó una prueba de cafetería (aceptabilidad) en la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la UJED, en donde se evaluaron nueve tratamientos en un diseño completamente aleatorizado. Las variables evaluadas fueron: el número de toques o visitas y consumo promedio de los animales por tratamiento a las que se les aplicó un análisis de varianza y comparación de medias. Los tratamientos a evaluar consistieron en tres proporciones de grano de girasol (0, 5 y 10%) (peso/peso b.h.) y tres de maíz (0, 5 y 10 % peso/peso b.h.), con cuatro repeticiones por tratamiento. El periodo de fermentación fue de 30 días. Se utilizaron dos corrales, ocho animales y dos observadores por corral, todos rotados al azar en dos días de evaluación. En cuanto a la aceptabilidad se observó una tendencia a favor de T₆, correspondiendo el mayor número de toques diarios (5 y 7) a los tratamientos con 5 y 10% de semilla de girasol. En cuanto al consumo se encontraron diferencias entre los tratamientos evaluados. La formulación con mayor aceptación fue la que incluyó 85% de forraje de avena, 10 % de grano de girasol y 5% de maíz molido (8.3 kg). Los resultados muestran que el ensilado de avena con la adición de grano de girasol fue el que más les gustó a los animales, mostrando un mayor consumo por animal y número de toques o visitas.

Palabras clave: Consumo, aceptabilidad, ensilados, grano de girasol.

Abstract

In order to evaluate the acceptance and consumption of oat silage enriched with sunflower grain and corn, a cafeteria test (acceptability) was carried out in the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the UJED, where nine treatments were evaluated in a completely randomized design. The variables evaluated were: the number of touches or visits and average consumption of the animals per treatment to which an analysis of variance and comparison of means were applied. The treatments to be evaluated consisted of three proportions of sunflower grain (0, 5 and 10%, weight/weight w.b.) and three of corn (0, 5 and 10%, weight/weight w.b.), with four repetitions per treatment. The fermentation period was 30 days. Two pen, eight animals and two observers per pen were used, all rotated at random in two evaluation days. In respect of acceptability, a tendency was observed in favor of T₆, with the highest number of daily touches (5 and 7) corresponding to treatments with 5

and 10% of sunflower grain. On the other hand, consumption, differences were found between the treatments evaluated. The formulation with the highest acceptance was that which included 85% of oat fodder, 10% of sunflower grain and 5% of ground corn (8.3 kg). The results showed that oat silage with the addition of sunflower grain was the one that most liked to the animals, showing a higher consumption per animal and number of touches or visits.

Key words: Consumption, acceptability, silage, sunflower grain.

Introducción

La ganadería en el norte de México es una de las actividades de mayor importancia. Sin embargo, su producción ha disminuido debido a diversos factores, entre ellos la baja producción de alimento en épocas secas, y a que se ha reducido el consumo de carne debido a su alto contenido de grasas saturadas ya que éstas se asocian a graves enfermedades. La necesidad de optimizar la eficiencia del comportamiento productivo animal ha estimulado el interés en la complementación del valor nutricional de diferentes fórmulas utilizadas en la alimentación bovina. Para lograrlo, es necesario evaluar la eficiencia de diferentes formulaciones obtenidas con base en la variedad de materias primas disponibles en Durango. Se buscan materias primas que sean tolerantes a los cambios de las condiciones ambientales locales, que se puedan utilizar como sustitutos de los concentrados comerciales que existen actualmente.

El ensilaje es un proceso de conservación que permite que el forraje pueda ser utilizado en tiempo de escasez.

Las grasas protegidas vienen siendo utilizadas en alimentación animal para incrementar la energía de la ración (Rafalowski, Park 1982), así como para modificar la composición de ácidos grasos de la grasa de la leche, en el caso de hembras utilizadas para ser ordeñadas, incrementando la proporción de poliinsaturados de la misma, consiguiendo así una mantequilla más cremosa (Dunkley *et al.*, 1977). En este sentido, una de las formas de presentación de esas grasas protegidas ha sido mediante el uso de semillas oleaginosas enteras (McGuffey, Schingoethe, 1982; Rafalowski, Park, 1982; Anderson *et al.*, 1984).

El aceite de girasol contiene alrededor de 110 g kg⁻¹ de ácidos grasos saturados (16:0 y 18:0). En variedades típicas, los mejores ácidos grasos son el oléico (18:1) y linoléico (18:2), dependiendo de la duración de altas temperaturas durante el crecimiento y las etapas de desarrollo de la semilla.

Estudios demuestran un aumento de 1.5 g de CLA/100 g lípidos en vacas lecheras alimentadas con 11.2 % de semilla de girasol y un aumento de 0.8 g de CLA/ 100 g lípidos en vacas alimentadas con 5% de mezcla de aceite de girasol y pescado (3:1). El objetivo de este trabajo es evaluar la aceptabilidad de un alimento ensilado de avena (*Avena Sativa* L.) enriquecido con semilla de girasol y maíz molido para ganado bovino de leche.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en las instalaciones de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia perteneciente a la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), la metodología utilizada fue una prueba de cafetería (Birbe *et al.*, 1998) con un diseño completamente al azar, evaluándose 9 tratamientos resultantes de tres proporciones de grano

de girasol: (0, 15 y 10 % peso b.h.) y tres de maíz (0, 15 y 10 % peso b.h.), el resto fue forraje de avena, con cuatro réplicas de cada uno, las proporciones se presentan en la tabla 1.

Se utilizó avena forrajera con 25 % de materia seca, cultivada en las instalaciones de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia (FMVZ). El grano de girasol y el maíz molido fueron adquiridos en comercios de la localidad. Para obtener la harina de girasol ésta se trituró en un molino de martillos jalado con un tractor.

Preparación de minisilos

Inicialmente se pesaron las proporciones de forraje de avena, luego se agregó el grano de girasol y el maíz de acuerdo al diseño experimental (tabla 1), se mezcló hasta obtener uniformidad del ensilado. El proceso de fermentación se realizó en mini silos, elaborados con cubetas de PVC (Policloruro de Vinilo) con capacidad de 19 L, cubiertas en su interior con bolsas de polietileno negro. Los minisilos se llenaron con 10 kg del forraje de cada tratamiento, el cual fue compactado, para después cerrar las bolsas de polietileno con una liga elástica. Los minisilos se almacenaron en una bodega que se mantuvo a temperatura ambiente (media de 20 °C), por un periodo de 30 días.

Tabla 1. Composición de los diferentes tratamientos a evaluar durante la prueba.

Tratamiento	Forraje de avena (%)	Grano de girasol (%)	Maíz molido (%)
1	100	0	0
2	95	5	0
3	90	10	0
4	95	0	5
5	90	5	5
6	85	10	5
7	90	0	10
8	85	5	10
9	80	10	10

Para la evaluación de preferencia del forraje ensilado se utilizaron dos corrales de 297 m², en los cuales se ubicaron las muestras de los ensilados al azar. En cada corral se introdujeron ocho vacas “Frisian Holstein”, para un total de 16 animales con peso promedio de 450±20 kg, con una dieta a base de pastoreo en pradera de orchard (*Dactylis glomerata*) y bromo (*Bromus carinatus*), silo de maíz, heno de alfalfa y concentrado con 17% de PC.

Las evaluaciones se realizaron por la mañana, durante dos horas por dos días, con dos días de descanso entre evaluación. Las observaciones se hicieron cada cinco minutos para un total de 24 por sesión. Las variables fueron, toques o visitas de los animales a cada tratamiento, consumo promedio por tratamiento en cada período y consumo promedio por toques/tratamiento a las que se aplicó un análisis de varianza comparando las medias por la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1985).

Resultados y Discusión

En la tabla 2 se presentan los resultados de la prueba de cafetería realizada. En cuanto a la aceptabilidad se observaron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) para los diferentes tratamientos, correspondiendo el mayor número de toques diarios (5 y 7/ día) a los tratamientos con 5 y 10% de grano de girasol. Se registró un número bajo de toques en comparación con los reportados en otros estudios de aceptabilidad en los que se obtuvieron entre 10 y 11 en un periodo de 12 días que duró la prueba (Herrera *et al.*, 2001).

En cuanto al consumo se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos evaluados (tabla 2). Las formulaciones con mayor aceptación fueron: la que incluyó 85% de forraje de avena, 10 % de grano de girasol y 5% de maíz molido (8.3 kg). Otra combinación sobresaliente con base a su preferencia fue la formulación con 90% de forraje de avena, 5% de grano de girasol y 5% de maíz molido (5.1 kg).

Tabla 2. Efecto del contenido de grano de girasol y maíz molido sobre el número de toques y consumo de ensilados de avena.

Tratamiento	Consumo (kg/día)	No. toques (día)
1	1.5±0.56 ^b	1.5±0.03 ^b
2	2.1±0.77 ^b	2.1±0.52 ^b
3	3.2±0.11 ^{ab}	3.20.84± ^b
4	1±0.00 ^b	1.7±0.33 ^b
5	5.1±0.55 ^{ab}	6.7±1.51 ^a
6	8.3±1.23 ^a	5.4±1.01 ^a
7	4.1±0.57 ^{ab}	3.1±0.74 ^b
8	3.7±1.13 ^{ab}	2.8±0.23 ^b
9	3.8±0.86 ^{ab}	2.5±0.38 ^b
Promedio	3.7	3
EEM	0.86	0.37

*Media± desviación estándar; EEM: error estándar de la media; a-b Medias con letras diferentes en la misma fila indican que la diferencia es estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

El consumo es uno de los principales factores en la determinación del desempeño animal y la mayoría de los estudios muestran que el consumo de las dietas conteniendo ensilaje con girasol es satisfactorio (Bergamaschine *et al.*, 1999; Ko, 2002; Ribeiro *et al.*, 2002). Los resultados obtenidos en esta investigación son superiores a los reportados por Ortiz (1998) donde indican que el consumo de los alimentos que contenían grano de girasol fue ligeramente inferior.

Conclusiones

Los resultados muestran que el ensilado de avena con la adición de grano de girasol fue el más aceptado por los animales, mostrando un mayor consumo por animal y número de toques o visitas.

Es factible la adición de grano de girasol en ensilados para bovinos de leche.

Literatura Citada

- Anderson, M.J., Obadiah Y.E.M., Boman R.L., Walters J.W. 1984. Comparison of whole cottonseed, extruded soybean, or whole sunflower seeds for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67: 569.
- Bergamaschine, A.F., Guatura, A., Isepon, O.J., Alves, J.B. 1999. Digestibilidade e degradação *in situ* da silagem de girasol confeccionada com diferentes teores de matéria seca e aditivo microbiano. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, (CDRom)
- Birbe, B., Chacón, E., Taylhardá, L., Garmendia, J.L., Mata, D. y Herrera, P. 1998. *Bloques multinutricionales conteniendo harina de hojas de Gliricidia sepium y roca fosfórica: Aceptabilidad en bovinos.* En: Memorias del III TALLER INTERNACIONAL SILVOPASTORIL, Los árboles y arbustos en la ganadería. Estación Experimental Indio Hatuey” Matanzas, Cuba, del 25 al 27 de noviembre, de 1998. Pp. 166-177L
- Dunkley, W.L., Smith, N.E., Franke A.A. 1977. Effects of feeding protected tallow on composition of milk and milk fat. *J. Dairy Sci.* Vol. 60: 1863.
- Herrera, P., Barazarte, R., Colmenares, O., Hernández, M. y Martínez, N. 2001. Bloques multinutricionales con urea de fosfato 3. Prueba de aceptabilidad en becerros. *Rev. UNELLEZ de Ciencia y Tecnología Vol. Especial: 18-22.*
- Ko, H.J.F. 2002. Consumo voluntário e digestibilidade aparente das silagens de quatro (Rumbosol 91, M734, C11, S430) genotipos de girasol (*Helianthus annuus*). Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFM. 66p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia)
- McGuffey, R.K., Shingoethe D.J. 1982. Whole sunflower seeds for high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 65: 1479
- Ortiz, V. 1998. Utilización de semilla de girasol (normal y alta en ácido oleico) en la alimentación de vacas lecheras. *Prod. Sanid. Anim.*, Vol. 13 (1,2 y 3).
- Rafalowsky, W., Park, C.S. 1982. Whole sunflower seeds as a fat supplement for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 65: 1484.
- Ribeiro, E.L.A., Rocha, M.A., Mizubuti, I.Y., Silva, L.D.F. 2002. Silagem de girasol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. *Ciência Rural.* V.32, n.2, p.299-302
- Statistical Analyses System Institute, SAS/STAT. 1989. User's guide (Version 6.0 Ed.) SAS.Inst., Cary, NC.
- Steel, R. y Torrie, J.H. 1985. *Bioestadística: Principios y procedimientos.* 2da Ed. McGraw Hill. México. 215 p.

USO DE DIFERENTES FUENTES DE FORRAJE EN LA DIETA SOBRE EL CRECIMIENTO DE CORDEROS F1 KATAHDÍN CON PELIBUEY.

USE OF DIFFERENT SOURCES OF FORAGE IN DIET ON THE GROWTH OF F1 KATAHDIN WITH PELIBUEY LAMBS.

Javier E. Castillo^{1*}, Javier J.G. Cantón¹, Rosendo A. Alcaraz¹, María A. López¹ y Ricardo Antonio²
¹C.E. Mocochoá-INIFAP, ²Instituto Tecnológico de Conkal ¹Campo Experimental Mocochoá Km. 25.5 Antigua Carretera Mérida-Motul, Mocochoá, Yucatán, México. C.P. 97454. Tel: 01800-088-22-22.

Resumen

El trabajo tiene por objetivo evaluar diferentes fuentes de forraje en la dieta sobre el crecimiento de corderos f1 Katahdín (Kt) con Pelibuey (Pb). Se utilizaron 38 corderos F1 KtPb, los cuales se distribuyeron mediante un diseño totalmente al azar a cuatro tratamientos; 1) 100% Alimento comercial con 15 % de PC (AC): 2) 70% AC + 30% de pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*), ACMA; 3) 70% AC + 30% pasto Mombaza (*Panicum maximum var. Mombaza.*), ACPMO y 4) 70% AC + 30% CT-115 (*P. Purpureum*), ACPCT. Los animales se alojaron en grupos de tres a excepción del tratamiento uno y tres, que tuvieron 4 animales por corral. No se observaron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas con promedio de 15.10, 44.50, 0.252, 0.275, 29.44 kg y 1.090 kg para el peso inicial, peso final, ganancia diaria de peso a la matanza, ganancia diaria de peso a 84 días, ganancia final de peso y consumo total de alimento, respectivamente. Sin embargo al analizar el consumo de forraje y concentrado por separado se encontró diferencias significativas atribuibles en el caso de consumo de forraje, al tratamiento mismo AC, sin ser diferente entre ACMA, ACPMO y ACPCT con promedios de consumo de 0.273 kg de forraje. Los corderos alimentados con concentrado y la inclusión del 30% de las diferentes fuentes de forrajes en la dieta, tienen parámetros productivos similares a los que recibieron solo concentrado comercial, reduciendo de esta manera los costos, por la menor utilización de alimento concentrado.

Palabras clave: Cordero, concentrado, forraje, Mombaza, Maralfalfa, CT115.

Introducción

La ovinocultura mexicana ha tenido un desempeño muy dinámico durante los últimos años. La población nacional de ovinos es de alrededor de 8.6 millones de cabezas, con una producción anual de 153,507 toneladas de carne, de las cuales el 25 % es producido en las regiones tropicales de México. En éstas regiones las razas empleadas son las razas de pelo, entre las que destacan la Pelibuey (Pb), Katahdín (Kt) y Blackbelly (Bb).

En el medio ganadero, existe baja productividad de las praderas y de los animales, debido en parte al desconocimiento del manejo y utilización de las especies forrajeras y a la falta de incursionar en nuevos tipos de forrajes. Por otra parte, en los últimos años, el periodo de sequía se ha presentado con mayor severidad, durante los meses de octubre a mayo, lo cual deriva en un déficit de forraje para la alimentación de los ovinos. En México recientemente se han introducido algunos genotipos mejorados, que prometen superar las limitantes propias de los forrajes tropicales, entre estas destacan los clones del género *Pennisetum purpureum* CT-115, OM-22 y Camerún, generados en Cuba. También, se introdujo el pasto Maralfalfa como un híbrido reportado como de alto rendimiento y calidad nutritiva superior a sus pares del mismo género.

Así como entre los amacollados de porte alto destaca el pasto Mombaza (*Panicum Maximum*) cv. Mombaza. La evaluación agronómica y nutricional constante de especies forrajeras es una demanda por parte de los productores. Esto con la finalidad de identificar nuevas alternativas de forrajes que permitan incrementar la producción y rentabilidad por disminución de costos en la alimentación de ovinos en sistemas de alimentación en engorda en corrales en el Estado de Yucatán. Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar diferentes fuentes de forraje en la dieta sobre el crecimiento de corderos F1 Katahdín (Kt) con Pelibuey (Pb).

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó del 16 de febrero al 9 de julio de 2018 en el Instituto Nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Mocochoá, ubicado en el kilómetro 25 de la antigua carretera Mérida a Motul, entre los paralelos 21° 06' Latitud Norte y el meridiano 89° 27' Longitud Oeste a una altitud de 8 m sobre el nivel del mar. El clima es cálido subhúmedo de tipo A (w_0) con una temperatura media anual de 26.5° C y una precipitación pluvial promedio de 600 mm al año, con lluvias durante el verano y una estación seca de 6 meses básicamente durante el invierno y la primavera. Se utilizaron 38 corderos F1 KtPb, los cuales se distribuyeron mediante un diseño totalmente al azar a cuatro tratamientos, que consistió en la inclusión de diferentes fuentes de forraje en la dieta base de los animales: 1) 100% Alimento comercial con 15 % de PC (AC); 2) 70% AC + 30% de pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*), ACMA; 3) 70% AC + 30% pasto Mombaza (*Panicum maximum var. Mombaza.*), ACPMO; 4) 70% AC + 30% CT-115 (*P. Purpureum*), ACPCT. Las proporciones de alimento y forraje están base seca (BS), las cuales se convirtieron a base húmeda (BH) al momento de ser suministrados a los corderos. Las dietas aportaron de 2.6 a 2.7 Mega calorías (Mcal)/animal/día, (Huerta, 2001). Los animales se alojaron de acuerdo a su tratamiento en grupos de tres en un corral provisto de área de sombra, bebedero y comedero, a excepción del tratamiento uno y tres, que tuvieron 4 animales por corral. Cada repetición consistió en un animal, los cuales recibieron una mezcla de minerales traza libremente y tuvieron un período de adaptación a las dietas y corraletas de 14 días y, se pesaron previo ayuno de 16 horas, al inicio, cada 14 días y al final del período de mediciones. Para la variable de consumo de materia seca se consideró al corral como repetición. Los parámetros evaluados fueron peso inicial (kg), peso final (Kg), ganancia (GDP) diaria de peso (kg/días), ganancia final de peso (kg) y duración (días). Se llevó a cabo un registro de la ganancia diaria de peso (GDP) cada 14 días y del consumo de alimento diario, pesando diariamente la cantidad ofrecida y rechazada, considerando un 5 % del peso vivo (PV) para el ofrecimiento y 15 % para el rechazo. Los forrajes y el alimento ofrecido en los tratamientos, fueron ajustados cada 14 días, con base al PV de los animales. Los resultados se analizaron usando un modelo lineal (GLM) de efectos fijos, que incluyeron el efecto del tratamiento, utilizando como covariable el peso inicial de los animales, todo esto a través de los procedimientos del SAS (SAS Inst. Inc., 2003).

Resultados y Discusión

En Cuadro 1 se presentan los resultados del efecto de diferentes fuentes de forraje en la dieta base de los animales sobre los parámetros productivos de corderos en crecimiento. No se observaron diferencias significativas ($P>0.05$) atribuible a la dieta para ninguna de las variables evaluadas con promedio de 15.10, 44.50, 0.252, 0.275 y 29.44 kg para el peso inicial, peso final, ganancia diaria de peso a la matanza, ganancia diaria de peso a 84 días y ganancia final de peso,

respectivamente. Para días de duración fue de 125.7, 110.0, 120.5 y 116.4 días para los tratamientos AC, ACMA, ACPMO y ACPCT, respectivamente.

Cuadro 1. Parámetros productivos (media \pm desviación estándar) en corderos cruzados Katahdin con Pelibuey.

Parámetros productivos	100% AC	70% AC + 30% de pasto Maralfalfa	70% AC + 30% pasto Mombaza	70% AC + 30% pasto CT-115
n	10	9	10	9
Peso Inicial (kg)	15.11 \pm 3.86	15.97 \pm 2.80	14.00 \pm 3.05	15.29 \pm 3.25
Peso Final (kg)	44.86 \pm 3.89	44.49 \pm 1.25	44.11 \pm 2.60	44.55 \pm 2.30
Ganancia diaria de Peso (kg/días) a la matanza	0.240 \pm 0.050	0.260 \pm 0.020	0.250 \pm 0.030	0.260 \pm 0.040
Ganancia diaria de Peso (kg/días) a 84 días	0.200 \pm 0.100	0.300 \pm 0.000	0.300 \pm 0.000	0.300 \pm 0.000
Duración (Días)	125.7 \pm 22.5	110.0 \pm 15.4	120.5 \pm 20.1	116.4 \pm 22.9
Ganancia final de Peso	29.76 \pm 2.56	28.57 \pm 2.39	30.12 \pm 3.70	29.29 \pm 3.26
Consumo Total de MS/día	1.06 \pm 0.15	1.16 \pm 0.15	1.03 \pm 0.15	1.12 \pm 0.15
Consumo de Forraje MS/día	0.000 \pm 0.04b	0.279 \pm 0.04a	0.269 \pm 0.04a	0.271 \pm 0.04a
Consumo de AC MS/día	1.064 \pm 0.122a	0.883 \pm 0.122b	0.761 \pm 0.122b	0.853 \pm 0.122b

Media \pm desviación estándar; Literales diferentes en la misma hilera (a, b) indican diferencia significativa ($P < 0.05$) y sin literales indican que no existe diferencia significativa ($P > 0.05$).

Los resultados obtenidos (Cuadro 1) en GDP en el presente trabajo fueron mayores a los reportados por Sanchez et al. (2017) en corderos Pb alimentados con 70 % de Alimento y 30 % de pasto Mombaza con valores de 0.195 kg. Sin embargo estos valores se encuentran dentro de los rangos normales en animales provenientes de las cruza de ovejas Katahdin con machos de razas cárnicas especializadas entre ellos Dorper, Suffolk y Texel con GDP promedio de 0.274 kg y peso final a la matanza de 36.3 kg (Vázquez et al., 2011). Así mismo en animales F1 Kt con Pb, para peso vivo al sacrificio 40.25 a 90 días alimentados con alimento concentrado y 23 % de forraje de alfalfa (G. Cantón et al., 2017).

El consumo Total de alimento no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en estudio con promedio de 1.090 kg diarios por animal durante todo el lapso productivo. Este se considera un consumo de alimento estándar en corderos jóvenes con un potencial de crecimiento rápido como al observado por Vázquez et al. (2011) para razas cárnicas especializadas de Katahdin con Suffolk. Sin embargo al analizar el consumo de forraje y concentrado por separado se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) atribuibles en el caso de consumo de forraje, al tratamiento mismo AC, sin ser diferente entre ACMA, ACPMO y ACPCT con promedios de consumo de 0.273 kg de forraje. Por el contrario el consumo de alimento concentrado fue mayor ($P < 0.05$) con 1.064 kg, respecto a los demás ACMA, ACPMO y ACPCT, sin ser diferente entre ellos, con promedio de 0.832 kg. Lo anterior era precisamente muy cercano a lo estimado para ofrecer y en este trabajo fue de 78.20 % para el concentrado y 25.75 % para el forraje consumido (Cuadro 1).

Conclusiones

Los corderos alimentados con dietas a base de concentrado y la inclusión del 30% de las diferentes fuentes de forrajes en la dieta tienen parámetros productivos similares a los que

recibieron solo concentrado comercial, lo que indica que es posible producir carne de corderos con forraje de buena calidad, lo que permitirá hacer más eficientes estos sistemas de alimentación, al reducir los costos por la menor utilización de alimento concentrado.

Literatura Citada

- G. Cantón C. J., Moguel O, Y., Alcaráz R. A., Piña C. B., Domínguez R. A., Betancourt A. D. y Sainz R. D. 2017. Calidad de la carne de corderos cruzados Katahdin con Pelibuey alimentados con forraje de Alfalfa. En: Memoria de Avances de Investigación sobre Ovinos de pelo en México. Villahermosa Tabasco, pp. 123-127.
- Huerta BM. 2001. Requerimientos nutricionales de ovinos Pelibuey y de lana. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericano. XI Congreso Nacional de Producción Ovina. Yucatán, México 16 p. (Memoria CD).
- Sánchez R. G., Chavarría D. A.C., Díaz E. V.F., Casanova L.F., Aguayo L.M.J., May A. A., Santos R. R.H. y Chay C. A. Parámetros productivos y financieros de ovinos en crecimiento criados en sistemas silvopastoriles y confinados. 2017. En: Memoria de Avances de Investigación sobre Ovinos de pelo en México. Villahermosa Tabasco, pp. 135-139.
- Statistical Analysis System (SAS). 2003. User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1030 p.
- Vázquez S. E.T., Partida P.J.A., Rubio L. M.S. y Méndez Medina D. 2011. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. En: Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 2011: 2 (3): 247-258.

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ POR BIOMASA DE *Quercus rugosa* Née EN DIETAS DE OVINOS EN FINALIZACIÓN: METABOLITOS SANGUÍNEOS

EFFECT OF THE REPLACEMENT OF CORN STOVER BY BIOMASS OF *Quercus rugosa* Née IN DIETS OF SHEEP IN FINISHING: BLOOD METABOLITES

Octavio Carrillo¹, Alejandro Rivera^{1,2}, Pedro Hernández¹, Juan A. Piña¹, Carlos A. Medina¹, Adriana S. Castro¹, Jairo I. Aguilera¹, Marco A. López¹

¹ Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la sustitución de rastrojo de maíz por biomasa de *Quercus rugosa* Née en dietas de ovinos en finalización sobre metabolitos sanguíneos. Para la prueba de comportamiento se utilizaron 48 ovinos machos (33±0.3 kg). A los cuales se les proporciono 0, 8, 16 y 24% de biomasa de *Q. rugosa* Née. Las lipoproteínas de baja y alta densidad, y su relación con el colesterol, no se vieron afectadas con los diferentes tratamientos. Lo mismo sucedió con la glucosa, triglicéridos, colesterol y ácido úrico ($P>0.05$). Sin embargo, el nitrógeno ureico y urea, fueron significativamente más bajos con la inclusión del 24% de biomasa de *Q. rugosa* Née ($P<0.05$). Se concluye, que la inclusión de 24% biomasa de *Q. rugosa* Née en dietas de ovinos en engorda, reduce el nitrógeno ureico y urea en sangre.

Palabras clave: Biomasa, *Quercus*, ovinos, metabolitos, sanguíneos.

Introducción

En los últimos años se han buscado alternativas para el uso de la biomasa de los árboles en la alimentación de rumiantes, ya que su producción es muy abundante todos los años. En México, los bosques de *Quercus* son comunidades vegetales que ocupan el 5.5% de la superficie del país (De la Paz et al., 1998), siendo una de las especies más comunes y abundantes el *Quercus rugosa* Née. Esta especie tiene su defoliación durante los meses de marzo y abril, lo cual coincide con la época seca y de baja disponibilidad de forrajes. En la India y Nepal, las hojas de algunas especies como *Q. incana*, *Q. semecarpifolia* y *Q. glauca* se cosechan para la alimentación directa en fresco o almacenarlo para su uso en tiempos de escasez de forraje (Paterson, 1993). En Estados Unidos de América, Wilson et al. (1971) señalaron que en bosques donde predomina *Q. wislizenii*, en temporadas que no existe disponibilidad de pastos, el 84% del consumo de alimento de ovinos es la biomasa de estos árboles; igualmente Nastis y Malechek (1981) señalan que cuando las hojas de *Q. incana* se incluyen en un 25% de la dieta, aumenta la degradabilidad y el consumo voluntario de paja de trigo en ovinos y caprinos. Sin embargo, en nuestro país, los productores ignoran que puede ser una alternativa de alimento, lo cual ha ocasionado que cantidades elevadas de biomasa se acumulen debajo de los árboles, impidiendo el crecimiento de los pastos. Considerando que no se conoce información en relación a los niveles óptimos de inclusión de la biomasa de *Q. rugosa* Née en la alimentación de ovinos, se plantea este estudio con el objetivo de determinar el efecto de la sustitución de rastrojo de maíz por biomasa de *Q. rugosa* Née en dietas de ovinos en finalización sobre los metabolitos sanguíneos.

Materiales y Métodos

La biomasa fue recolectada en el municipio de Tequila, Jalisco, México, que se ubica entre los paralelos 21°15'07.30'' de latitud Norte y los meridianos 103°39'48.12'' de longitud Oeste; a una altitud de 1,617 msnm. Las pruebas comportamiento productivo, calidad y características de la canal, se realizaron en el Área de Pruebas de Comportamiento de Pequeños Rumiantes y el Taller de Productos Cárnicos, respectivamente, de la UAMVZ-UAZ, ubicada en el km. 31.5 de la Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo. **Prueba de comportamiento productivo:** Se utilizaron 48 ovinos machos (33 ± 0.3 kg) de la cruce Dorper x Katahdin. Los tratamientos consistieron en: T0= 0% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 24% de rastrojo + 76% de dieta basal; T8= 8% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 16% de rastrojo + 76% de dieta basal; T16= 16% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 8% de rastrojo + 76% de dieta basal; T24= 24% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 0% de rastrojo + 76% de dieta basal. La fase de adaptación constó de 15 días, iniciando el experimento con el pesaje y el reacomodo, según el peso para la asignación de los tratamientos. La prueba duró 42 días. Los tratamientos fueron asignados aleatoriamente a las 24 corraletas (cada una con 2 animales). **Metabolitos sanguíneos:** Las muestras de sangre fueron tomadas a las 6:00 am en ayuno, el último día del experimento. Se obtuvo una muestra de 5 ml en tubos al vacío sin anticoagulante (BD Vacutainer, Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ) mediante venopunción yugular. El suero se obtuvo por centrifugación (2500 rpm durante 25 min). Una vez centrifugadas se separó el suero en tubos nuevos rotulados con la fecha, el número del animal y el periodo correspondiente. Las muestras de suero fueron refrigeradas y remitidas a al Laboratorio de Análisis Clínicos de la Clínica Universitaria de la Universidad Autónoma de Zacatecas para su análisis. Los metabolitos del suero se cuantificaron por espectrofotometría (Jenway 6320D, Bibby Scientific Limited, Staffordshire, Reino Unido) utilizando los kits de diagnóstico Chemicals Ltd. (Charlottetown, PE, Canadá). El análisis estadístico se realizó ajustando un modelo que incluyó el efecto de tratamiento y considerando como bloque el peso inicial. Se utilizó el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS para realizar un ANOVA. Cuando se observaron efectos significativos para los efectos evaluados, se realizó una comparación de medias con la prueba de Tukey usando la sentencia MEANS. Los valores de *P* observados se consideraron estadísticamente diferentes cuando $P < 0.05$.

Resultados y Discusión

Las lipoproteínas de baja y alta densidad, y su relación con el colesterol, no se vieron afectadas con los diferentes tratamientos. Lo mismo sucedió con la glucosa, triglicéridos, colesterol y ácido úrico ($P > 0.05$). Sin embargo, el nitrógeno ureico y urea, fueron significativamente más bajos con la inclusión del 24% de biomasa de *Q. rugosa* Née ($P < 0.05$) (Cuadro 2). En concordancia, Decandia *et al.* (2000b) y Cabiddu *et al.* (2007), en leche de cabras y ovejas alimentadas con plantas ricas en taninos, observaron un aumento de urea con la inclusión de polietilenglicol (52 vs. 45 mg/100ml).

Cuadro 1. Tratamientos y composición química.

Ingredientes	Tratamientos			
	T0	T8	T16	T24
	% de inclusión			
Rastrojo de maíz	24.0	16.0	8.0	0.0
Biomasa de <i>Quercus rugosa</i> Née	0.0	8.0	16.0	24.0
Maíz rolado	45.0	45.0	45.0	45.0
Pasta de soya	15.0	15.0	15.0	15.0
Melaza	8.0	8.0	8.0	8.0
Grasa vegetal	3.5	3.5	3.5	3.5
Bentonita sódica	1.6	1.6	1.6	1.6
Bicarbonato de sodio	1.0	1.0	1.0	1.0
Carbonato de calcio	1.0	1.0	1.0	1.0
Urea	0.8	0.8	0.8	0.8
Núcleo*	0.1	0.1	0.1	0.1
Composición química				
Proteína cruda, %	14.9	14.8	14.6	14.4
Extracto Etéreo, %	5.0	5.1	5.1	5.1
Fibra detergente neutro, %	19.5	24.2	28.9	33.5
Fibra detergente ácido, %	10.4	14.4	18.4	22.3
Ceniza, %	6.8	6.8	6.7	6.7
Calcio, %	0.7	0.8	0.9	1.0
Fósforo, %	0.3	0.2	0.2	0.2
Taninos condensados, %	0.0	0.3	0.5	0.7

*Perfil nutricional: A (5,000,000 UI), D (2,000,000 UI) y E (10,000 UI), Co (0.5g), Fe (50g), I (2.5g), Mn (50g), Zn (50g), Se (0.2g) y Cu (15g). Excipiente c.b.p. 1,000 g.

Cuadro 2. Efecto de la sustitución de rastrojo de maíz por biomasa de *Quercus rugosa* Née en dietas de ovinos de engorda, sobre la química sanguínea.

Parámetro	Tratamientos				
	T0	T8	T16	T24	EEM
Lipoproteínas de baja densidad (LDL) / Colesterol	15.0	16.5	15.8	16.0	2.0
Lipoproteínas de baja densidad (LDL)	2.5	4.2	2.0	4.1	1.7
Proteínas de alta densidad (HDL) / Colesterol	25.8	34.2	31.4	29.1	4.1
Glucosa	73.3	79.3	81.7	78.0	6.2
Triglicéridos	40.3	51.3	54.0	69.0	12.4
Colesterol	48.7	59.0	55.0	66.0	9.0
Nitrógeno ureico	15.4 ^a	15.8 ^a	15.7 ^a	10.3 ^b	1.1
Urea	33.1 ^a	33.6 ^a	33.7 ^a	22.1 ^b	2.5
Ácido úrico	1.0	0.8	1.0	1.3	0.3

EEM= error estándar de la media.

^{a, b} Literales diferentes en las columnas indican diferencias (P<0.05).

Conclusiones

La inclusión de 24% biomasa de *Q. rugosa* Née en dietas de ovinos en engorda, reduce el nitrógeno ureico y urea en sangre.

Literatura Citada

- Cabiddu, A., M. Decandia, M. Addis, S. Spada, M. Fiori, G. Piredda, M. Sitzia, N. Fois y G. Molle. 2007. Effect of the administration of polyethylene glycol (PEG) on the milk fatty acid composition of sheep grazing Sulla (*Hedysarum coronarium*). In Priolo A. (ed.), Biondi L. (ed.), Ben Salem H. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.). Advanced nutrition and feeding strategies to improve sheep and goat = Progrès en nutrition et stratégies alimentaires pour améliorer la production des ovins et des caprins. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. p. 251-255: 22.
- De la Paz, P.O.C., Campos, A.R., Quintanar, A.I. y Dávalos, R.S.1998. Estudio anatómico de la madera de cinco especies del genero *Quercus* (Fagaceae) del estado de Veracruz. Madera y Bosques 4 (2):45-65.
- Decandia, M., M. Sitzia, A. Cabiddu, D. Kababya y G. Molle. 2000b. The use of polyethylene glicol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. Small Rum. Res. 38: 157-164.
- Nastis, A. S. and Malechek, J. C. 1981. Digestion and Utilization of Nutrients in Oak Browse by Goats. J. Anim. Sci. 53(2):283-290.
- Paterson, R.T. 1993. Use of Trees by Livestock 5: *Quercus*. Chatham, UK: Natural Resources Institute.
- Wilson, A.D., W.C. Weir y D.T. Torell. 1971. Evaluation of chamise (*Adenostoma fasciculatum*) and interior live oak (*Quercus wislizenii*) as feed for sheep. J. Anim Sci. 32:1042-1045.

NOPAL ENRIQUECIDO Y SU EFECTO SOBRE VARIABLES PRODUCTIVAS EN OVINOS

ENRICHED PRICKLY PEAR AND IT'S EFFECT ON PRODUCTIVE VARIABLES IN SHEEP

Francisco Santiago-Hernández¹, Felipe J. Morón-Cedillo², Héctor G. Gámez-Vázquez¹, Cesar A. Rosales-Nieto¹.

¹Campo Experimental San Luis. CIR Noreste, INIFAP. ²Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP santiago.francisco@inifap.gob.mx

Resumen

Con el objetivo de determinar el efecto de la suplementación con nopal enriquecido sobre variables productivas en hembras de ganado ovino. El trabajo se realizó en las instalaciones del Rancho Santa Cruz, ubicado en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., entre las coordenadas 22° 14' N y 100° 54' W. Se utilizaron 40 hembras ovinas adultas, se formaron dos grupos. El primer grupo (n = 20), por animal recibió 3 kg diarios de nopal enriquecido. El segundo grupo (n=20) estuvo como control y no recibió suplementación adicional al alimento consumido diariamente. Las variables evaluadas fueron número de hembras gestantes, peso de las borregas, condición corporal (CC) de las borregas, número de corderos nacidos vivos, peso de los corderos al nacimiento, tipo de parto y sexo de los corderos. Las variables respuestas fueron: tasa de concepción, tasa de fertilidad y prolificidad. El peso de las borregas suplementadas con nopal fue mayor (42.9 kg) comparadas a las que no se les administró suplemento (40.9 kg; P=0.0066). La CC fue de 2 puntos en las que se suplemento con nopal enriquecido, mientras que en las que no recibieron suplementación fue de 1.7 puntos (P=0.0059). La tasa de concepción al suplementar con nopal enriquecido fue de 90%, mientras que sin suplementar fue de 55%. La tasa de fertilidad en las hembras al suplementar con nopal enriquecido fue de 85%, mientras que sin suplementar solo el 55% es fértil. Agregar nopal enriquecido en la dieta de las ovejas bajo pastoreo es una alternativa para incrementar el porcentaje de preñez de las mismas.

Palabras clave: Suplementación con nopal, Gestación, Tasa de Concepción.

Introducción

La nutrición en ovinos constituye uno de los factores que influye considerablemente en los procesos productivos de las hembras (Martín y Walked, 1995). En ovinos como en otros rumiantes la producción ha estado estrechada con la disponibilidad de energía (Wathes et al., 2007), esto se obtienen a través de la nutrición teniendo una importante relación sobre la reproducción, cuando se tienen un balance energético positivo en hembras, se obtiene un incremento de la tasa ovulatoria y mejora la condición metabólica de la hembra (Nogueira et al. 2016). Por otro lado, el consumo de energía por los ovinos se considera como un nutriente importante para la reproducción. Los costos de energía para el mantenimiento representan entre el 60 y el 80 % del total de energía consumida por rumiantes (Cannas et al., 2010), al no tener los requerimientos el animal utiliza sus reservas corporales de energía para cubrir dicha deficiencia.

En las zonas semiáridas, los sistemas de producción ovina generalmente son extensivas, donde en la mayoría de los casos, los animales (ovejas principalmente) se mantienen en pastoreo sin alimentación suplementaria. La alimentación se basa en el uso de gramíneas nativas e introducidas y arbustos; las explotaciones ovinas tienen bajos parámetros de producción y rentabilidad. Por esa razón es primordial la estimación de los requerimientos nutricionales de ovinos en pastoreo.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en las instalaciones del Rancho Santa Cruz, ubicado en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., entre las coordenadas 22° 14' N y 100° 54' W, a una altura de 1,859 msnm, con temperatura promedio de 17.1 °C y precipitación promedio de 322 mm anuales (SEDARH, 2016). Se utilizaron 40 hembras ovinas adultas genotípicamente similares, de la raza Rambouillet. Se aplicó un diseño completamente al azar, se formaron dos grupos homogéneos de hembras en base a su peso corporal. El primer grupo (n = 20), por animal recibió 3 kg diarios de nopal enriquecido, considerando el promedio de 45 kg por animal. El segundo grupo (n=20) estuvo como control y no recibió suplementación adicional al alimento consumido diariamente. La suplementación con nopal enriquecido fue durante 90 días (30 días antes del empadre, 30 días antes del nacimiento de los corderos y 30 días después del parto).

Se utilizó nopal forrajero y se cortó/pico en pedazos pequeños, lo que permitió su fácil consumo. Por cada 100 kg de nopal cortado/picado se enriqueció con urea (600 gr), sulfato de amonio (80 gr) y superfosfato simple (600 gr), diluidos en agua (4 L), después de preparar la solución, con ayuda de un aspersor se aplicó a la ración de nopal que se ofreció a las borregas gestantes y se dejó reposar por 24 hrs. La alimentación para ambos grupos se trató de homologar con lo disponible en el agostadero.

A las hembras del tratamiento de nopal enriquecido, el suplemento fue proporcionado en comederos comunes, lo cual permitió que el consumo del nopal enriquecido fuera más uniforme e impidiendo el consumo excesivo de algunas hembras por jerarquía. La suplementación del nopal enriquecido fue en la mañana antes que el productor las sacara a pastorear.

A los 40 días de finalizado el empadre las hembras fueron diagnosticadas con equipo de ultrasonido con monitor de alta resolución y transductor abdominal multifrecuencia (EDAN modelo DUS-3). El peso de las borregas se realizó cada 15 días hasta el destete de los corderos. La condición corporal (CC) de las borregas, se midió mediante una palpación a nivel lumbar, que permite estimar la grasa bajo la piel (Romero, 2015). Se registró el número de corderos nacidos. El peso de los corderos al nacimiento, el tipo de parto y sexo de los corderos se registró conforme iban naciendo. El peso de los corderos después del nacimiento se realizó cada semana.

Las variables respuestas de este trabajo de investigación fueron tasa de concepción (% TC = número de ovejas detectadas gestantes a 40 días/ número de ovejas expuestas x 100), tasa de fertilidad (TF = número de ovejas paridas /número de ovejas expuestas x 100) y la prolificidad (P = número de corderos nacidos/número de ovejas paridas).

Los datos de peso y condición corporal de las borregas fueron analizados con el procedimiento MIXED, con medidas repetidas (tiempo); usando como efecto aleatorio animal dentro del tratamiento. La prueba indica, que si hay diferencia en el cambio de peso vivo entre los tratamientos. Los datos de peso al nacimiento de los corderos se analizaron por

sexo: parto 1= simple; parto 2=doble. El procedimiento que se utilizó fue MIXED, usando el tipo de parto dentro de tratamiento como efecto aleatorio. El análisis estadístico indica que no existe efecto de tratamiento, de parto ni de sexo. En todos los casos se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS/STAT. 2010). El porcentaje de hembras gestantes se analizó por medio de la prueba de Chi Cuadrada de proporciones (Castilla y Cravioto, 1991).

Resultados y Discusión

Cambio de peso de las madres: Se observó un cambio de peso de las borregas entre tratamientos ($P=0.0066$). El peso de las borregas al parto suplementadas con nopal enriquecido fue de 42.9 kg, comparadas a las que no se les administro suplemento fue de 40.9 kg (Cuadro 1). La suplementación con nopal enriquecido tiene un efecto sobre el cambio de peso en borregas, si se considera este efecto antes del empadre y antes del nacimiento de los corderos, tendrá un efecto en la gestación de las borregas (con suplementación enriquecida, 17 borregas paridas; control, 11 borregas paridas), por lo que es importante entender la importancia entre la nutrición y la reproducción (Abecia *et al.*, 2006).

Condición corporal de las borregas: Se observó efecto en la condición corporal de las borregas ($P=0.0059$) entre tratamientos. Las borregas que recibieron suplementación con nopal enriquecido mejoraron su condición corporal a 2.0, comparado a aquellas que no recibieron suplementación tuvieron 1.7 (Cuadro 1). Durante los días suplementados se nota una diferencia significativa ($P<0.001$), de inicio del tratamiento al final de este. Buratovich, (2004) sugiere que es adecuado que la hembra llegue al parto en una CC de 3, pudiéndose esperar una pérdida de 1 punto durante la lactancia, entre 5 a 7 kg de peso vivo de la oveja.

Peso al nacimiento, tipo de parto y tipo de sexo: En los pesos de los corderos al nacimiento no se observó diferencia significativa entre tratamiento ($P=0.8878$). en el tratamiento de nopal enriquecido los corderos nacidos tuvieron un peso promedio de 3.7 kg, comparado al tratamiento control con un peso de los corderos al nacimiento de 3.7 kg (Cuadro 1). El tipo de parto no tuvo un efecto entre los tratamientos ($P = 0.4391$), en el tratamiento de nopal enriquecido hubo tres partos dobles y 14 partos simples, mientras que en el tratamiento control hubo dos partos dobles y 9 partos simples (Cuadro 2). El tipo de sexo no tuvo una diferencia significativa ($P = 0.9248$), en el tratamiento de nopal enriquecido nacieron 13 hembras y 8 machos, mientras que en el tratamiento control nacieron 9 hembras y 4 machos (Cuadro 2). Esto concuerda con lo observado por Rosales Nieto *et al.* (2015) en donde aquellas hembras que obtuvieron ganancias de peso durante el empadre fueron más fértiles.

Porcentaje de hembras gestantes. La alimentación con nopal contribuyó a mayores tasas de gestación. El tratamiento control tuvo 55 %, mientras que en nopal enriquecido fue de 90% (Cuadro 2). Concuerda con lo dicho por Fitz-Rodríguez *et al.* (2009) al observar un incremento en la tasa de gestación en hembras suplementadas con maíz durante el empadre.

Cuadro 1. Peso de las borregas al parto, condición corporal de las borregas, peso de los corderos al nacimiento y porcentaje de gestación cuando se suplemento a borregas con nopal enriquecido.

Variables	Nopal enriquecido	Control
Peso de las borregas al parto (kg)	42.9 ^a	40.9 ^b
Condición corporal de las borregas	2.0 ^a	1.7 ^b
Peso de los corderos al nacimiento (kg)	3.7 ^a	3.7 ^a
Porcentaje de gestación	90 ^a	55 ^b

a,b letras diferentes en la misma fila indican que hay diferencia entre tratamientos ($p \leq 0.05$).

Cuadro 2. Variables reproductivas cuando se suplemento a borregas con nopal enriquecido.

Variables	Nopal Enriquecido	Control
Tipo de parto	3 partos dobles y 14 simples	2 partos dobles y 9 simples
Sexo de los corderos	12 hembras, 8 machos	9 hembras, 4 machos
Tasa de concepción	90%	55%
Tasa de fertilidad	85%	55%
Prolificidad	1.17	1.18

Conclusiones

La suplementación con nopal enriquecido tiene un efecto sobre el cambio de peso en borregas, si se considera suplementar antes del empadre, tendrá un resultado mayor en la gestación de las borregas. Al suplementar a las borregas con nopal enriquecido se mejora la condición corporal contribuyendo en el aumento de la tasa de gestación. Sin embargo, la suplementación con nopal enriquecido, no tiene un efecto en el peso de los corderos al nacimiento, como lo tiene con la madre.

Los resultados indican que la suplementación de nopal enriquecido con urea mejora la tasa de preñez en ovejas en baja condición corporal. Agregar nopal enriquecido en la dieta de las ovejas bajo pastoreo es una alternativa para incrementar el porcentaje de preñez de las mismas.

Literatura Citada

- Abecia J.A., Sosa, C., Forcada, F. y Meikle, A. 2006. The effect of undernutrition on the establishment of pregnancy in the ewe. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 367-378.
- Cannas A., Atzori A.S., Teixeira IAMA, Sainz RD, Oltjen JW. 2010. The energetic cost of maintenance in ruminants: from classical to new concepts and prediction systems. In: Crovetto M editor. *Energy and protein metabolism and nutrition*. Netherlands: Wageningen Academic Publishers;531-542.
- Castilla S.L. y Cravioto J. 1991. *Estadística Simplificada para la investigación en ciencias de la salud*. Primera Edición. Ed. Trillas, México.
- Fitz-Rodríguez G., De Santiago-Miramontes M.A., Scaramuzzi R.J., Malpaux B. y Delgadillo J.A., 2009. Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. *Animal Reproduction Science* 116, 85-94.
- Martin G.B., Walked-Brown S.W. 1995. *J. Reprod. Fertil.* 49: 437-449 Suppl

- Nogueira D.M., Cavalieri J., Fitzpatrick L.A., Gummow B., Blache D. y Parker A.J., 2016. Effect of hormonal synchronisation and/or short-term supplementation with maize on follicular dynamics and hormone profiles in goats during the non-breeding season. *Animal Reproduction Science* 171, 87-97.
- Rosales-Nieto C.A., Ferguson M.B., Thompson H., Briegel J.R., Macleay C.A., Martin G.B. y Thompson A.N., 2015. Relationships among Puberty, Muscle and Fat, and Liveweight Gain during Mating in Young Female Sheep. *Reproduction in Domestic Animals* 50, 637-642.
- SAS/STAT. 2010. Statistical Analysis System for windows. Version 9.3. SAS Institute Inc., Campus Drive, Cary, North Carolina 27513.
- SEDARH (Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos). 2016. Monografías municipales [en línea]. Soledad de Graciano Sánchez. Disponible en: <http://www.campopotosino.gob.mx/monmun.php> [Consultado el 22 de agosto del 2018].
- Wathes D.C., Robert D., Abayasekara E. y Aiket R.J. 2007. *Biol. Reprod.* 77: 190-201).
- Buratovich O., 2004. Producción de carne ovina en la Precordillera del Chubut. *Revista IdiaXXI* [en línea]. vol. 7 (IV): 163-169p. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/ovinos>. [Consultado el 16 de junio del 2018].

PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DE ENSILADOS DE MARALFALFA Y MAÍZ MOLIDO

In vitro GAS PRODUCTION OF MARALFALFA AND GROUND CORN SILAGES

Faviola Ortiz¹, Samantha R. Mariscal¹, Carlota Jurado¹, Rosa B. Rubio¹, Elia E. Araiza¹, Francisco O. Carrete² y Osvaldo Reyes²

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto tecnológico del Valle del Guadiana. ²Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Resumen

En Durango se requiere alta cantidad de forraje para abastecer la demanda de alimento para la producción bovina. La Maralfalfa es una opción forrajera, debido a su alta producción de biomasa y su calidad nutricional, la cual puede ser ensilada para abastecer la alimentación del ganado en época de escasez. El objetivo del presente trabajo fue determinar la degradabilidad *in vitro* por producción de gas de ensilados de maralfalfa con diferente contenido de maíz molido (T1 = 0 %, T2 = 5 %, T3 = 10 % y T4 = 15 %). El ensilado con 100% de maralfalfa (T1) mostró el valor más alto de volumen de gas y menor tiempo de letargo de los microorganismos en degradar los componentes del sustrato. El ensilado de 100 % maralfalfa mostró los mejores parámetros de degradabilidad.

Palabras Clave: Maralfalfa, maíz, ensilado, producción de gas, degradabilidad.

Abstract

In Durango, high quantities of forage are required to supply the demand of feed for cattle production. The Maralfalfa is an option due to its high production of biomass, and its nutritional quality, which can be silaged to supply the livestock feed during times of shortage. The aim of the present work was to determine *in vitro* degradability by gas production of maralfalfa silage with different content of ground corn (T1 = 0%, T2 = 5%, T3 = 10% and T4 = 15%). Silage with 100% maralfalfa (T1) showed the highest value of gas volume and the shortest lethargy time of the microorganisms in degrading the components of the substrate. The silage of 100% maralfalfa showed the best parameters of degradability.

Key words: Maralfalfa, corn, silage, gas production, degradability.

Introducción

La alimentación del ganado bovino se basa principalmente en pastos, ya sea de corte o directamente en pastoreo, su calidad nutritiva y disponibilidad se ve afectada por diversas condiciones ambientales y propiedades fisicoquímicas del suelo, disminuyendo así el alimento en épocas de sequía e impactando en la productividad del ganado (Maza *et al.*, 2011). En Durango se requiere de altas cantidades de forraje para abastecer la demanda de alimento para el ganado bovino, una opción es introducir especies forrajeras con alta producción de biomasa y buena calidad nutricional así como conservar el forraje para la época de estiaje. La Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) es un pasto

de corte el cual tiene una alta producción de biomasa y aceptable contenido de proteína (Ortiz *et al.*, 2016).

El ensilaje es un método de preservación de forraje para alimentación del ganado, principalmente en periodos de escasez de alimento. A través de este proceso el material conserva sus nutrientes y mantiene buena palatabilidad para el ganado. La producción de ensilado de Maralfalfa puede incrementar la disponibilidad de alimento, reduciendo el déficit observado en época seca (Ortiz *et al.*, 2017).

La técnica de producción de gas es un método *in vitro* que permite conocer una aproximación de la degradabilidad del alimento a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo, el cual está en función de la calidad nutricional y disponibilidad de nutrientes para las bacterias (Posada y Noguera, 2005). Este método permite conocer las características nutricionales de los forrajes, y determinar el uso para la alimentación de rumiantes. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad nutricional de ensilados de maralfalfa con diferentes niveles de maíz molido por medio de la técnica de producción de gas *in vitro*.

Materiales y Métodos

Preparación del ensilado

Se cortaron las plantas de maralfalfa a 48 días después del rebrote, se dejó secar el forraje al sol por 48 h y posteriormente se picó en trozos de un tamaño entre 2 y 3 cm. El forraje picado se mezcló con diferentes proporciones de grano de maíz molido (blanco, obtenido comercialmente) para obtener los siguientes tratamientos: T1 (maralfalfa + 0 % maíz molido), T2 (maralfalfa + 5 % maíz molido), T3 (maralfalfa + 10 % maíz molido), T4 (maralfalfa + 15 % maíz molido). La unidad experimental fue un minisilo, con tres repeticiones para cada uno de los tratamientos incluidos en el estudio. El minisilo consistió de un recipiente de polietileno rígido, con 19 L de capacidad y cubierto en su interior con bolsas de polietileno negro. En cada recipiente se compactó el forraje de forma manual, se cerraron las bolsas con una cinta elástica y luego se tapó el recipiente. Los ensilados se almacenaron a la sombra a temperatura ambiente, durante un periodo de 36 días. Luego de la apertura de los minisilos, se obtuvo una muestra compuesta tomando forraje ensilado de la parte superior, media e inferior de cada minisilo. Las muestras obtenidas se secaron en una estufa a 55 °C y luego se molieron en un equipo Wiley® hasta un tamaño de partícula de 1 mm y se almacenaron a temperatura ambiente, en frascos blancos de polietileno rígido, para su posterior análisis.

Producción de gas *in vitro*

La producción de gas de los ensilados de maralfalfa, se realizó de acuerdo como describe Muro *et al.* (2017). Se pesó 1.0 g de cada muestra y se vació a frascos de vidrio de 250 mL, se agregó 125 mL de una mezcla de solución buffer (compuesta de sales de carbonato, fosfato, fuente de nitrógeno y minerales) y líquido ruminal (saliva artificial: líquido ruminal, 2:1), el cual se obtuvo de un bovino macho de la raza Beef Master fistulado del rumen con peso aproximado de 800 Kg, alimentado con una dieta de ensilado de maíz y heno de alfalfa. Se purgaron los frascos con CO₂ y se cerraron de forma hermética. Se incluyeron dos frascos como blanco, los cuales contenían únicamente el buffer y líquido ruminal. Los frascos se colocaron en baño maría a 39 °C y se midió cada 60 minutos, de forma automática, la presión de gas durante 96 horas de incubación. La presión (psi) producida durante el estudio se transformó a moles, mediante el uso de la ecuación del gas ideal:

$$n = p \frac{V}{RT}$$

Donde: n = gas producido en moles (mol), p = presión en kilopascales (kPa), V = volumen entre el líquido y la cabeza del frasco, R = constante de gas ($8.314472 \text{ L} \cdot \text{kPa} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$) y T = temperatura en grados Kelvin. Una vez transformados los datos en moles se realizó la conversión a mililitros.

$$1 \text{ mol de gas} = 22.4 \text{ L} = 22,400 \text{ mL}$$

Luego se obtuvieron los parámetros de fermentación ruminal con base en el modelo de Gompertz (Lavrencic *et al.*, 1997), el cual mostró el ajuste requerido de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$Yt = a * \exp\{-b * (\exp(-c * t))\}$$

Dónde: Yt = producción de gas al tiempo t , a = volumen de gas correspondiente a la completa digestión del sustrato (asíntota), b = factor constante de eficiencia microbiana, c = tasa constante de producción de gas del material potencialmente degradable y t = tiempo de incubación. El análisis de varianza se realizó por medio del procedimiento GLM (General linear Models) y la comparación de medias con la prueba SNK con el programa SAS versión 9.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2011).

Resultados y Discusión

Los perfiles de producción de gas de los ensilados de maralfalfa con maíz molido se muestran en la figura 1 y los parámetros de la cinética de fermentación obtenidos por el modelo de Gompertz se muestran en el cuadro 1. Los parámetros “a” y “c” no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$). Aunque no hubo diferencias con el parámetro “a”, el valor más alto de volumen de gas se presentó en el T1 (valor 100 % maralfalfa) (170 mL g^{-1}). La tasa de producción de gas (c) varió de 0.09 a 0.11 \% h^{-1} . El parámetro “b” sí mostró diferencias ($p < 0.05$) entre tratamientos. El ensilado de maralfalfa con 15 % de maíz molido (T4) mostró un mayor tiempo de retardo de la producción de gas *in vitro* que los demás ensilados de maralfalfa, en otras palabras, los microorganismos tardaron mayor tiempo en comenzar a degradar los componentes del sustrato en el tratamiento T4.

Cuadro 1. Parámetros del modelo de Gompertz para la producción de gas observada en ensilados de maralfalfa y maíz molido

Parámetros	T1	T2	T3	T4	EEM
a (mL g^{-1})	170.53 ± 5.8	154.22 ± 9.21	155.45 ± 13.05	137.85 ± 33.4	9.75
b (h)	$2.71 \pm 0.16b^*$	$2.17 \pm 0.03b$	$2.55 \pm 0.27b$	$5.90 \pm 3.03a$	0.44
c (\% h^{-1})	0.09 ± 0.0	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.09 ± 0.03	0.00

- Medias con diferente literal en un mismo renglón son diferentes ($p < 0.05$)

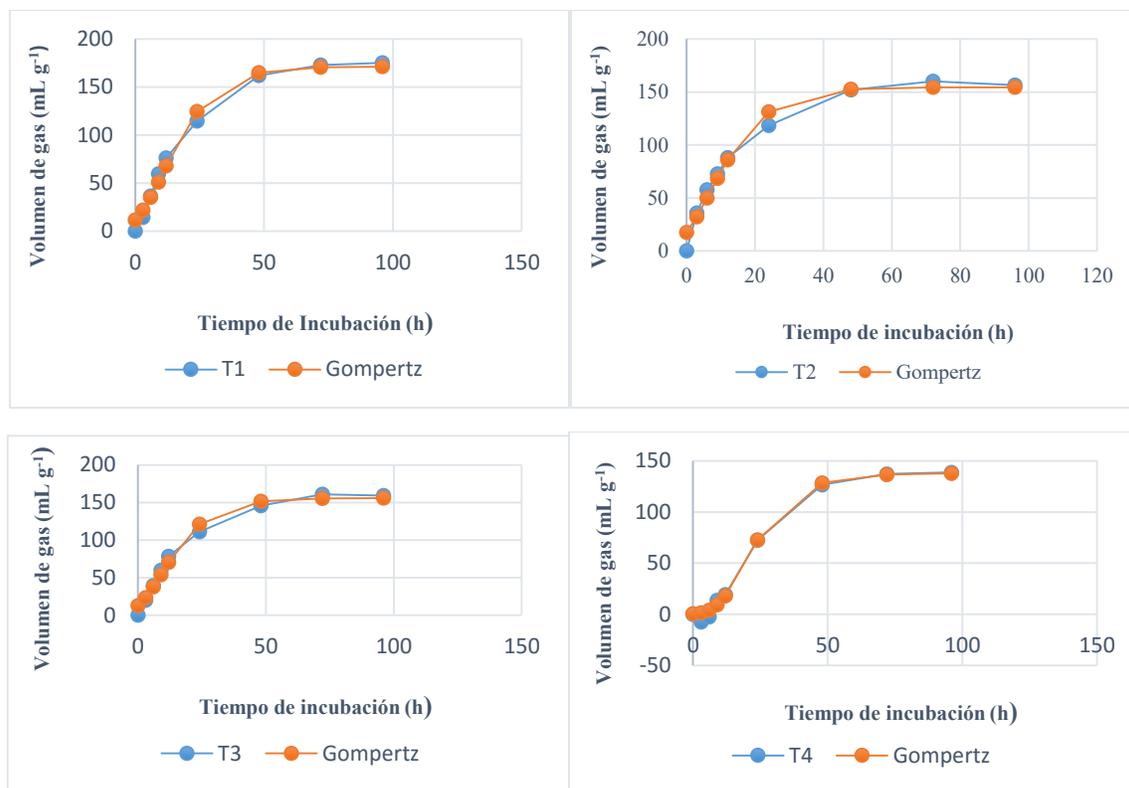


Figura 1. Producción de gas de ensilados de maralfalfa y maíz molido

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el ensilado de maralfalfa 100 % (T1) presentó una mejor degradabilidad de los componentes debido a su mayor producción de gas. Aunque se requiere de más estudios para concluir de manera segura cual ensilado presenta la mayor degradabilidad de sus componentes.

Literatura Citada

- Lavrenčić, A., B. Stefanon, and P. Susmel. 1997. An evaluation of the Gompertz model in degradability studies of forage chemical components. *Animal Science*, 64 03: 423-431.
- Maza A., L., O. Vergara G., y E. Paternina D. 2011. Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) más yuca fresca (*Manihot esculenta*). *REVISTA MVZ CÓRDOBA*. 16 2: 2528-2537.
- Muro R., A., C. Arzola A., C. Rodríguez M., A. Corral L., H. Gutiérrez B., E. Herrera T., F. J. Gutiérrez P. y A. Espinoza C. 2017. Cinética de degradación ruminal *in vitro* de dietas con manzanilla y rastrojo de maíz en ovinos. *Acta Universitaria*. 27 2: 17-23
- Ortiz, R., F., O. Reyes E., J. Herrera C., R. Rosales S., y R. Jiménez O. 2016. Rendimiento y calidad nutricional del forraje de maralfalfa obtenido en diferentes fechas de corte en Durango, México. *AGROFAZ* 16 1:47-56.
- Ortiz, R., F., O. Reyes E., F. O. Carrete C., J. F. Sánchez A., E. Herrera T., M. Ortiz M., and R. Rosales S. 2017. Nutritional and fermentative quality of maralfalfa (*Pennisetum sp.*) silages at different cutting ages and ground corn levels. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUIYO*. 49 2: 345-353.
- Posada, S. L. y R. R. Noguera. 2005. Técnica *in vitro* de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. *Livestock Research for Rural Development*. 17 4:1-18.
- SAS Institute. 2011. SAS/STAT User's Guide. Statistical Analysis System Institute. Inc., Cary, NC, USA.

ACEPTABILIDAD Y CONSUMO DE ENSILADOS DE AVENA ENRIQUECIDOS CON GRANO DE GIRASOL Y MAÍZ PARA GANADO BOVINO DE LECHE

ACCEPTABILITY AND INTAKE OF OAT SILAGE ENRICHED WITH SUNFLOWER GRAIN AND CORN FOR DAIRY CATTLE

*Elia E. Araiza¹, Francisco O. Carrete², Juan F. Sánchez², Marcelo Hernández¹,
Óscar G. Alaniz¹, Faviola Ortiz¹*

¹ *Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Carretera Durango-México km 22.5 Villa Montemorelos. Durango, Durango; México CP. 34371*

² *Universidad Juárez del estado de Durango Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia km 11.5 Carretera Durango-El Mezquital, Durango, Durango; México CP. 34170.*

Resumen

A fin de evaluar la aceptación y el consumo en ensilados de avena enriquecidos con grano de girasol y maíz se realizó una prueba de cafetería (aceptabilidad) en la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la UJED, en donde se evaluaron nueve tratamientos en un diseño completamente aleatorizado. Las variables evaluadas fueron: el número de toques o visitas y consumo promedio de los animales por tratamiento a las que se les aplicó un análisis de varianza y comparación de medias. Los tratamientos a evaluar consistieron en tres proporciones de grano de girasol (0, 5 y 10%) (peso/peso b.h.) y tres de maíz (0, 5 y 10 % peso/peso b.h.), con cuatro repeticiones por tratamiento. El periodo de fermentación fue de 30 días. Se utilizaron dos corrales, ocho animales y dos observadores por corral, todos rotados al azar en dos días de evaluación. En cuanto a la aceptabilidad se observó una tendencia a favor de T₆, correspondiendo el mayor número de toques diarios (5 y 7) a los tratamientos con 5 y 10% de semilla de girasol. En cuanto al consumo se encontraron diferencias entre los tratamientos evaluados. La formulación con mayor aceptación fue la que incluyó 85% de forraje de avena, 10 % de grano de girasol y 5% de maíz molido (8.3 kg). Los resultados muestran que el ensilado de avena con la adición de grano de girasol fue el que más les gustó a los animales, mostrando un mayor consumo por animal y número de toques o visitas.

Palabras clave: Consumo, aceptabilidad, ensilados, grano de girasol.

Abstract

In order to evaluate the acceptance and consumption of oat silage enriched with sunflower grain and corn, a cafeteria test (acceptability) was carried out in the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the UJED, where nine treatments were evaluated in a completely randomized design. The variables evaluated were: the number of touches or visits and average consumption of the animals per treatment to which an analysis of variance and comparison of means were applied. The treatments to be evaluated consisted of three proportions of sunflower grain (0, 5 and 10%, weight/weight w.b.) and three of corn (0, 5 and 10%, weight/weight w.b.), with four repetitions per treatment. The fermentation period was 30 days. Two pen, eight animals and two observers per pen were used, all rotated at random in two evaluation days. In respect of acceptability, a tendency was observed in favor of T₆, with the highest number of daily touches (5 and 7) corresponding to treatments with 5 and 10% of sunflower grain. On the other hand, consumption, differences were found between the treatments evaluated. The formulation with the highest acceptance was that

which included 85% of oat fodder, 10% of sunflower grain and 5% of ground corn (8.3 kg). The results showed that oat silage with the addition of sunflower grain was the one that most liked to the animals, showing a higher consumption per animal and number of touches or visits.

Key words: Consumption, acceptability, silage, sunflower grain.

Introducción

La ganadería en el norte de México es una de las actividades de mayor importancia. Sin embargo, su producción ha disminuido debido a diversos factores, entre ellos la baja producción de alimento en épocas secas, y a que se ha reducido el consumo de carne debido a su alto contenido de grasas saturadas ya que éstas se asocian a graves enfermedades. La necesidad de optimizar la eficiencia del comportamiento productivo animal ha estimulado el interés en la complementación del valor nutricional de diferentes fórmulas utilizadas en la alimentación bovina. Para lograrlo, es necesario evaluar la eficiencia de diferentes formulaciones obtenidas con base en la variedad de materias primas disponibles en Durango. Se buscan materias primas que sean tolerantes a los cambios de las condiciones ambientales locales, que se puedan utilizar como sustitutos de los concentrados comerciales que existen actualmente.

El ensilaje es un proceso de conservación que permite que el forraje pueda ser utilizado en tiempo de escasez.

Las grasas protegidas vienen siendo utilizadas en alimentación animal para incrementar la energía de la ración (Rafalowski, Park 1982), así como para modificar la composición de ácidos grasos de la grasa de la leche, en el caso de hembras utilizadas para ser ordeñadas, incrementando la proporción de poliinsaturados de la misma, consiguiendo así una manteca más cremosa (Dunkley *et al.*, 1977). En este sentido, una de las formas de presentación de esas grasas protegidas ha sido mediante el uso de semillas oleaginosas enteras (McGuffey, Schingoethe, 1982; Rafalowski, Park, 1982; Anderson *et al.*, 1984).

El aceite de girasol contiene alrededor de 110 g kg⁻¹ de ácidos grasos saturados (16:0 y 18:0). En variedades típicas, los mejores ácidos grasos son el oléico (18:1) y linoléico (18:2), dependiendo de la duración de altas temperaturas durante el crecimiento y las etapas de desarrollo de la semilla.

Estudios demuestran un aumento de 1.5 g de CLA/100 g lípidos en vacas lecheras alimentadas con 11.2 % de semilla de girasol y un aumento de 0.8 g de CLA/ 100 g lípidos en vacas alimentadas con 5% de mezcla de aceite de girasol y pescado (3:1). El objetivo de este trabajo es evaluar la aceptabilidad de un alimento ensilado de avena (*Avena Sativa* L.) enriquecido con semilla de girasol y maíz molido para ganado bovino de leche.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en las instalaciones de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia perteneciente a la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), la metodología utilizada fue una prueba de cafetería (Birbe *et al.*, 1998) con un diseño completamente al azar, evaluándose 9 tratamientos resultantes de tres proporciones de grano de girasol: (0, 15 y 10 % peso b.h.) y tres de maíz (0, 15 y 10 % peso b.h.), el resto fue forraje de avena, con cuatro réplicas de cada uno, las proporciones se presentan en la tabla 1.

Se utilizó avena forrajera con 25 % de materia seca, cultivada en las instalaciones de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia (FMVZ). El grano de girasol y el maíz molido fueron adquiridos en comercios de la localidad. Para obtener la harina de girasol ésta se trituroó en un molino de martillos jalado con un tractor.

Preparación de minisilos

Inicialmente se pesaron las proporciones de forraje de avena, luego se agregó el grano de girasol y el maíz de acuerdo al diseño experimental (tabla 1), se mezcló hasta obtener uniformidad del ensilado. El proceso de fermentación se realizó en mini silos, elaborados con cubetas de PVC (Policloruro de Vinilo) con capacidad de 19 L, cubiertas en su interior con bolsas de polietileno negro. Los minisilos se llenaron con 10 kg del forraje de cada tratamiento, el cual fue compactado, para después cerrar las bolsas de polietileno con una liga elástica. Los minisilos se almacenaron en una bodega que se mantuvo a temperatura ambiente (media de 20 °C), por un periodo de 30 días.

Tabla 1. Composición de los diferentes tratamientos a evaluar durante la prueba.

Tratamiento	Forraje de avena (%)	Grano de girasol (%)	Maíz molido (%)
1	100	0	0
2	95	5	0
3	90	10	0
4	95	0	5
5	90	5	5
6	85	10	5
7	90	0	10
8	85	5	10
9	80	10	10

Para la evaluación de preferencia del forraje ensilado se utilizaron dos corrales de 297 m², en los cuales se ubicaron las muestras de los ensilados al azar. En cada corral se introdujeron ocho vacas “Frisian Holstein”, para un total de 16 animales con peso promedio de 450±20 kg, con una dieta a base de pastoreo en pradera de orchard (*Dactylis glomerata*) y bromo (*Bromus carinatus*), silo de maíz, heno de alfalfa y concentrado con 17% de PC.

Las evaluaciones se realizaron por la mañana, durante dos horas por dos días, con dos días de descanso entre evaluación. Las observaciones se hicieron cada cinco minutos para un total de 24 por sesión. Las variables fueron, toques o visitas de los animales a cada tratamiento, consumo promedio por tratamiento en cada período y consumo promedio por toques/tratamiento a las que se aplicó un análisis de varianza comparando las medias por la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1985).

Resultados y Discusión

En la tabla 2 se presentan los resultados de la prueba de cafetería realizada. En cuanto a la aceptabilidad se observaron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) para los diferentes tratamientos, correspondiendo el mayor número de toques diarios (5 y 7/ día) a los tratamientos con 5 y 10% de grano de girasol. Se registró un número bajo de toques en comparación con los reportados en otros estudios de aceptabilidad en los que se obtuvieron entre 10 y 11 en un periodo de 12 días que duró la prueba (Herrera *et al.*, 2001).

En cuanto al consumo se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos evaluados (tabla 2). Las formulaciones con mayor aceptación fueron: la que incluyó 85% de forraje de avena, 10 % de grano de girasol y 5% de maíz molido (8.3 kg). Otra combinación sobresaliente con base a su preferencia fue la formulación con 90% de forraje de avena, 5% de grano de girasol y 5% de maíz molido (5.1 kg).

Tabla 2. Efecto del contenido de grano de girasol y maíz molido sobre el número de toques y consumo de ensilados de avena.

Tratamiento	Consumo (kg/día)	No. toques (día)
1	1.5±0.56 ^b	1.5±0.03 ^b
2	2.1±0.77 ^b	2.1±0.52 ^b
3	3.2±0.11 ^{ab}	3.20.84± ^b
4	1±0.00 ^b	1.7±0.33 ^b
5	5.1±0.55 ^{ab}	6.7±1.51 ^a
6	8.3±1.23 ^a	5.4±1.01 ^a
7	4.1±0.57 ^{ab}	3.1±0.74 ^b
8	3.7±1.13 ^{ab}	2.8±0.23 ^b
9	3.8±0.86 ^{ab}	2.5±0.38 ^b
Promedio	3.7	3
EEM	0.86	0.37

*Media± desviación estándar; EEM: error estándar de la media; a-b Medias con letras diferentes en la misma fila indican que la diferencia es estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

El consumo es uno de los principales factores en la determinación del desempeño animal y la mayoría de los estudios muestran que el consumo de las dietas conteniendo ensilaje con girasol es satisfactorio (Bergamaschine *et al.*, 1999; Ko, 2002; Ribeiro *et al.*, 2002). Los resultados obtenidos en esta investigación son superiores a los reportados por Ortiz (1998) donde indican que el consumo de los alimentos que contenían grano de girasol fue ligeramente inferior.

Conclusiones

Los resultados muestran que el ensilado de avena con la adición de grano de girasol fue el más aceptado por los animales, mostrando un mayor consumo por animal y número de toques o visitas.

Es factible la adición de grano de girasol en ensilados para bovinos de leche.

Literatura Citada

- Anderson, M.J., Obadiah Y.E.M., Boman R.L., Walters J.W. 1984. Comparison of whole cottonseed, extruded soybean, or whole sunflower seeds for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67: 569.
- Bergamaschine, A.F., Guatura, A., Isepon, O.J., Alves, J.B. 1999. Digestibilidade e degradação *in situ* da silagem de girasol confeccionada com diferentes teores de matéria seca e aditivo microbiano. In: Reunião Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36, 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, (CDRom)
- Birbe, B., Chacón, E., Taylhardá, L., Garmendia, J.L., Mata, D. y Herrera, P. 1998. *Bloques multinutricionales conteniendo harina de hojas de Gliricidia sepium y roca fosfórica: Aceptabilidad en bovinos.* En: Memorias del III TALLER INTERNACIONAL SILVOPASTORIL, Los árboles y arbustos en la ganadería. Estación Experimental Indio Hatuey” Matanzas, Cuba, del 25 al 27 de noviembre, de 1998. Pp. 166-177L
- Dunkley, W.L., Smith, N.E., Franke A.A. 1977. Effects of feeding protected tallow on composition of milk and milk fat. *J. Dairy Sci.* Vol. 60: 1863.
- Herrera, P., Barazarte, R., Colmenares, O., Hernández, M. y Martínez, N. 2001. Bloques multinutricionales con urea de fosfato 3. Prueba de aceptabilidad en becerros. *Rev. UNELLEZ de Ciencia y Tecnología Vol. Especial: 18-22.*
- Ko, H.J.F. 2002. Consumo voluntário e digestibilidade aparente das silagens de quatro (Rumbosol 91, M734, C11, S430) genótipos de girasol (*Helianthus annuus*). Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFM. 66p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia)
- McGuffey, R.K., Shingoethe D.J. 1982. Whole sunflower seeds for high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 65: 1479
- Ortiz, V. 1998. Utilización de semilla de girasol (normal y alta en ácido oleico) en la alimentación de vacas lecheras. *Prod. Sanid. Anim*, Vol. 13 (1,2 y 3).
- Rafalowsky, W., Park, C.S. 1982. Whole sunflower seeds as a fat supplement for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 65: 1484.
- Ribeiro, E.L.A., Rocha, M.A., Mizubuti, I.Y., Silva, L.D.F. 2002. Silagem de girasol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. *Ciência Rural*. V.32, n.2, p.299-302
- Statistical Analyses System Institute, SAS/STAT. 1989. User's guide (Version 6.0 Ed.) SAS.Inst., Cary, NC.
- Steel, R. y Torrie, J.H. 1985. *Bioestadística: Principios y procedimientos.* 2da Ed. McGraw Hill. México. 215 p.

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ POR BIOMASA DE *Quercus rugosa* Née EN DIETAS DE OVINOS EN FINALIZACIÓN: CORTES PRIMARIOS

EFFECT OF THE REPLACEMENT OF CORN STOVER BY BIOMASS OF *Quercus rugosa* Née IN DIETS OF SHEEP IN FINISHING: WHOLESAL CUTS

Pedro Hernández¹, Octavio Carrillo¹, Alejandro Rivera^{1,2}, Octavio Zapata², Jairo I. Aguilera¹, Marco A. López¹, Juan Carrillo¹, Alejandro Sandoval¹.

¹ Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la sustitución de rastrojo de maíz por biomasa de *Quercus rugosa* Née en dietas de ovinos en finalización, sobre los cortes primarios de la canal de ovinos. Para la medir los cortes primarios de las canales, se midieron en 48 ovinos machos (33±0.3 kg). A los cuales se les proporciono 0, 8, 16 y 24% de biomasa de *Q. rugosa* Née. Se observó un comportamiento similar en el peso de los cortes primarios (cuello, cuarto anterior, paleta, costillar, rack, pecho, hombro, cuarto posterior, falda, lomo y pierna), de igual manera al representarlos como porcentaje del peso de la canal fría, sucedió lo mismo en los cortes primarios, salvo en la pierna donde se observó un incremento del (7 % con respecto al testigo) al sustituir el rastrojo (P<0.05). Por lo cual se concluye que la biomasa de *Q. rugosa* Née se puede incluir en dietas de ovinos en engorda hasta en un 24%, ayudando a tener un aumento en el porcentaje que representa la pierna con respecto a la canal fría.

Palabras clave: Biomasa, *Quercus*, ovinos, canal, cortes, pierna.

Introducción

En los últimos años se han buscado alternativas para el uso de la biomasa de los árboles en la alimentación de rumiantes, ya que su producción es muy abundante todos los años. En México, los bosques de *Quercus* son comunidades vegetales que ocupan el 5.5% de la superficie del país (De la Paz *et al.*, 1998), siendo una de las especies más comunes y abundantes el *Quercus rugosa* Née. Esta especie tiene su defoliación durante los meses de marzo y abril, lo cual coincide con la época seca y de baja disponibilidad de forrajes. En la India y Nepal, las hojas de algunas especies como *Q. incana*, *Q. semecarpifolia* y *Q. glauca* se cosechan para la alimentación directa en fresco o almacenarlo para su uso en tiempos de escasez de forraje (Paterson, 1993). En Estados Unidos de América, Wilson *et al.* (1971) señalaron que en bosques donde predomina *Q. wislizenii*, en temporadas que no existe disponibilidad de pastos, el 84% del consumo de alimento de ovinos es la biomasa de estos árboles,). Min *et al.* (1999), señalan que las ovejas pastando *L. corniculatus* (17 g de TC/kg⁻¹ de MS) aumentaron las concentraciones plasmáticas de aminoácidos de cadena ramificada (57%) y aminoácidos esenciales (52%) en comparación con los suplementados con polietilen glicol. Sin embargo, en nuestro país, los productores ignoran que puede ser una alternativa de alimento, lo cual ha ocasionado que cantidades elevadas de biomasa se acumulen debajo de los árboles, impidiendo el crecimiento de los pastos. Considerando que no se conoce información sobre el efecto de la sustitución de biomasa de *Q. rugosa* Née sobre los cortes

primarios de la canal de ovinos, se planteó este estudio con el objetivo de determinar el efecto de la sustitución de rastrojo de maíz por biomasa de *Quercus rugosa* Née, sobre los cortes primarios de la canal de ovinos.

Materiales y Métodos

La biomasa fue recolectada en el municipio de Tequila, Jalisco, México, que se ubica entre los paralelos 21°15'07.30'' de latitud Norte y los meridianos 103°39'48.12'' de longitud Oeste; a una altitud de 1,617 msnm. Las pruebas comportamiento productivo y características de la canal, se realizaron en el Área de Pruebas de Comportamiento de Pequeños Rumiantes y el Rastro y Taller de Productos Cárnicos, de la UAMVZ-UAZ, ubicada en el km. 31.5 de la Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo. Prueba de comportamiento productivo: Se utilizaron 48 ovinos machos (33±0.3 kg) de la cruce Dorper x Katahdin. Los tratamientos consistieron en: T0= 0% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 24% de rastrojo + 76% de dieta basal; T8= 8% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 16% de rastrojo + 76% de dieta basal; T16= 16% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 8% de rastrojo + 76% de dieta basal; T24= 24% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 0% de rastrojo + 76% de dieta basal (Cuadro 1). La fase de adaptación constó de 15 días, iniciando el experimento con el pesaje y el reacomodo, según el peso para la asignación de los tratamientos. La prueba duró 42 días. Los tratamientos fueron asignados aleatoriamente a las 24 corraletas (cada una con 2 animales. La cantidad de alimento ofrecida fue ad libitum suministrándose en 2 horarios (9:00 y 16:00 h), en una proporción 40:60, respectivamente de lo consumido. Características y manejo de las canales: Al finalizar la prueba de alimentación al día 42, los ovinos recibirán un periodo de 24 horas de ayuno para después ser sacrificados siguiendo la Norma Oficial Mexicana para muerte a los animales domésticos y silvestres (NOM-033-ZOO-2014); las canales fueron conservadas en cuarto frío (2° C) durante 24 horas. La canal se dividió en dos partes y al lado izquierdo de la canal, se secciono en cortes primarios, de acuerdo a lo establecido por la guía de la American Meat Processors Association (1997), la paleta, el costillar, rack, pecho y hombro se obtuvieron del cuarto anterior, la falda, el lomo y la pierna se obtuvieron del cuarto posterior y los pesos obtenidos de cada corte de las diferentes canales fueron registrados, una vez realizado lo anterior se calculó el porcentaje de cada corte con respecto al peso de la canal fría al multiplicar el peso del corte por 100 y dividirlo entre el peso de la canal fría.

El análisis estadístico se realizó ajustando un modelo que incluyó el efecto de tratamiento y considerando como bloque el peso inicial. Se utilizó el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS para realizar un ANOVA. Cuando se observaron efectos significativos para los efectos evaluados, se realizó una comparación de medias con la prueba de Tukey usando la sentencia MEANS. Los valores de P observados se consideraron estadísticamente diferentes cuando $P < 0.05$.

Cuadro 1. Tratamientos y composición química.

Ingredientes	Tratamientos			
	T0	T8	T16	T24
	% de inclusión			
Rastrojo de maíz	24.0	16.0	8.0	0.0
Biomasa de <i>Quercus rugosa</i> Née	0.0	8.0	16.0	24.0
Maíz rolado	45.0	45.0	45.0	45.0
Pasta de soya	15.0	15.0	15.0	15.0
Melaza	8.0	8.0	8.0	8.0
Grasa vegetal	3.5	3.5	3.5	3.5
Bentonita sódica	1.6	1.6	1.6	1.6
Bicarbonato de sodio	1.0	1.0	1.0	1.0
Carbonato de calcio	1.0	1.0	1.0	1.0
Urea	0.8	0.8	0.8	0.8
Núcleo*	0.1	0.1	0.1	0.1
Composición química				
Proteína cruda, %	14.9	14.8	14.6	14.4
Extracto Etéreo, %	5.0	5.1	5.1	5.1
Fibra detergente neutro, %	19.5	24.2	28.9	33.5
Fibra detergente ácido, %	10.4	14.4	18.4	22.3
Ceniza, %	6.8	6.8	6.7	6.7
Calcio, %	0.7	0.8	0.9	1.0
Fósforo, %	0.3	0.2	0.2	0.2
Taninos condensados, %	0.0	0.3	0.5	0.7

*Perfil nutricional: A (5,000,000 UI), D (2,000,000 UI) y E (10,000 UI), Co (0.5g), Fe (50g), I (2.5g), Mn (50g), Zn (50g), Se (0.2g) y Cu (15g). Excipiente c.b.p. 1,000 g.

Resultados y Discusión

En la pierna al representarla como porcentaje de la canal fría se observó un incremento del (7 % con respecto al testigo) al sustituir el rastrojo por biomasa de *Quercus rugosa* Née (P<0.05) (Cuadro 2). Lo cual concuerda con un experimentos realizado en ovinos, donde observaron que los taninos condensados de *Lotus corniculatus* (22 g de TC/kg⁻¹ de MS) aumentan tanto el flujo abomasal (+34%) como la absorción en el intestino delgado (+38%) de aminoácidos esenciales, con ningún efecto sobre la degradabilidad aparente en el intestino delgado (Barry y Manley, 1984; Warhorn *et al.*, 1987). Min *et al.* (1999), en concordancia con lo anterior, también señalan que las ovejas pastando *L. corniculatus* (17 g de TC/kg⁻¹ de MS) aumentaron las concentraciones plasmáticas de aminoácidos de cadena ramificada (57%) y aminoácidos esenciales (52%) en comparación con los suplementados con polietilen glicol.

Cuadro 2. Efecto de la sustitución de rastrojo de maíz por biomasa de *Quercus rugosa* Née en dietas de ovinos de engorda en cortes primarios.

Parámetro	Tratamientos				
	T0	T8	T16	T24	EEM
Cortes primarios (Kg)					
Cuello	0.84	0.8	0.9	0.9	0.06
Cuarto anterior	4.9	4.8	4.7	4.8	0.17
Paleta	1.6	1.6	1.5	1.6	0.05
Costillar	0.6	0.5	0.6	0.5	0.03
Rack	0.5	0.6	0.5	0.5	0.04
Pecho	0.80	0.9	0.80	0.90	0.07
Hombro	1.30	1.2	1.20	1.10	0.06
Cuarto posterior	4.3	4.5	4.3	4.3	0.16
Falda	0.7	0.5	0.6	0.6	0.05
Lomo	0.8	0.8	0.8	0.7	0.10
Pierna	2.8	3.1	2.8	3.0	0.07
Cortes primarios (en % en base al peso de la canal fría)					
Cuello	4.1	4.0	4.5	4.4	0.33
Cuarto anterior	24.0	23.9	24.0	24.0	0.47
Paleta	8.1	8.1	7.9	7.9	0.19
Costillar	2.9	2.4	2.9	2.8	0.15
Rack	2.7	2.9	2.7	2.6	0.24
Pecho	3.9	4.5	4.3	4.7	0.33
Hombro	6.3	6.0	6.0	5.8	0.27
Cuarto posterior	20.9	22.2	21.8	21.8	0.65
Falda	3.3	2.7	3.3	3.1	0.22
Lomo	4.0	4.1	4.0	3.5	0.50
Pierna	13.8 ^b	14.23 ^{ab}	15.3 ^a	14.9 ^a	0.27

EEM= error estándar de la media.

^{a, b} Literales diferentes en las columnas indican diferencias (P<0.05).

Conclusiones

Se concluye que la biomasa de *Q. rugosa* Née, se puede incluir en dietas de ovinos en engorda hasta en un 24%, ayudando a tener un aumento en el porcentaje que representa la pierna con respecto a la canal fría.

Literatura Citada

- Barry, T.N y T.R. Manley. 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pendunculatus* for sheep. 2. Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. *Brit. J. Nutr.* 51: 493-504.
- Barry T.N., T.F. Allsop y C. Redekopp. 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pendunculatus* for sheep. 5. Effects on the endocrine system and on adipose tissue metabolism. *Br. J. Nutr.* 56: 607-614.
- De la Paz, P.O.C., Campos, A.R., Quintanar, A.I. y Dávalos, R.S.1998. Estudio anatómico de la madera de cinco especies del genero *Quercus* (Fagaceae) del estado de Veracruz. *Madera y Bosques* 4 (2):45-65.
- NAMP. The Meat Buyers Guide. North American Meat Processor Association. Weimar, TX. NAMP; 1997
- NOM-033-ZOO-2014. Norma oficial Mexicana: Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.
- Paterson, R.T. 1993. Use of Trees by Livestock 5: *Quercus*. Chatham, UK: Natural Resources Institute.
- Waghorn, G.C., M.J., Ulyatt, A. John y M.T. Fisher. 1987. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep feed on *Lotus corniculatus* L. *Br. J. Nutr.* 57: 115-126.
- Wilson, A.D., W.C. Weir y D.T. Torell. 1971. Evaluation of chamise (*Adenostoma fasciculatum*) and interior live oak (*Quercus wislizenii*) as feed for sheep. *J. Anim Sci.* 32:1042-1045.

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ POR BIOMASA DE *Quercus rugosa* Née EN DIETAS DE OVINOS EN FINALIZACIÓN: CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

EFFECT OF THE REPLACEMENT OF CORN STOVER BY BIOMASS OF *Quercus rugosa* Née IN DIETS OF SHEEP IN FINISHING: CHARACTERISTIC OF THE CARCASS

Alejandro Rivera^{1,2}, Octavio Carrillo¹, Pedro Hernández¹, Octavio Zapata², Fabiola Méndez¹, Jairo I. Aguilera¹, Marco A. López¹, Francisco Casas¹, Daniel García¹.

¹ Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la sustitución de rastrojo de maíz por biomasa de *Quercus rugosa* Née en dietas de ovinos en finalización sobre características de canal de ovinos. Para la medir las variables de las canales, se midieron en 48 ovinos machos (33±0.3 kg). A los cuales se les proporciono 0, 8, 16 y 24% de biomasa de *Q. rugosa* Née. Se observó un comportamiento similar en las variables de peso de la canal caliente, rendimiento de la canal caliente, peso de la canal fría, rendimiento de la canal fría, área del ojo de la costilla, espesor de la grasa dorsal, grasa de riñón, pelvis y corazón y proporción musculo:hueso, más sin embargo el porcentaje de musculo en las canales se vio incrementado en los tratamientos incluían el 16 y 24% de la biomasa (P<0.05), este último tratamiento también obtuvo el menor porcentaje de grasa en la canal. Por lo cual se concluye que la biomasa de *Q. rugosa* Née se puede incluir en dietas de ovinos en engorda hasta en un 24%, esto ayudando aumentar la deposición de musculo y disminuyendo la grasa de las canales.

Palabras clave: Biomasa, *Quercus*, ovinos, canal, rendimiento, musculo, grasa.

Introducción

En los últimos años se han buscado alternativas para el uso de la biomasa de los árboles en la alimentación de rumiantes, ya que su producción es muy abundante todos los años. En México, los bosques de *Quercus* son comunidades vegetales que ocupan el 5.5% de la superficie del país (De la Paz *et al.*, 1998), siendo una de las especies más comunes y abundantes el *Quercus rugosa* Née. Esta especie tiene su defoliación durante los meses de marzo y abril, lo cual coincide con la época seca y de baja disponibilidad de forrajes. En la India y Nepal, las hojas de algunas especies como *Q. incana*, *Q. semecarpifolia* y *Q. glauca* se cosechan para la alimentación directa en fresco o almacenarlo para su uso en tiempos de escasez de forraje (Paterson, 1993). En Estados Unidos de América, Wilson *et al.* (1971) señalaron que en bosques donde predomina *Q. wislizenii*, en temporadas que no existe disponibilidad de pastos, el 84% del consumo de alimento de ovinos es la biomasa de estos árboles, la presencia de taninos condensados dentro de la biomasa se ha asociado con la reducción de grasa de la canal en corderos pastando *L. pedunculatus* (Purchas y Keogh, 1984) y *H. coronarium* (Terrill *et al.*, 1992). Sin embargo, en nuestro país, los productores ignoran que puede ser una alternativa de alimento, lo cual ha ocasionado que cantidades elevadas de biomasa se acumulen debajo de los árboles, impidiendo el crecimiento de los pastos. Considerando que no se conoce información sobre el efecto de la sustitución de biomasa de *Q.*

rugosa Née sobre las características de la canal, se planteó este estudio con el objetivo de determinar el efecto de la sustitución de rastrojo de maíz por biomasa de *Quercus rugosa* Née en dietas de ovinos en finalización sobre las características de la canal.

Materiales y Métodos

La biomasa fue recolectada en el municipio de Tequila, Jalisco, México, que se ubica entre los paralelos 21°15'07.30'' de latitud Norte y los meridianos 103°39'48.12'' de longitud Oeste; a una altitud de 1,617 msnm. Las pruebas comportamiento productivo y características de la canal, se realizaron en el Área de Pruebas de Comportamiento de Pequeños Rumiantes y el Rastro y Taller de Productos Cárnicos, de la UAMVZ-UAZ, ubicada en el km. 31.5 de la Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo. Prueba de comportamiento productivo: Se utilizaron 48 ovinos machos (33±0.3 kg) de la cruce Dorper x Katahdin. Los tratamientos consistieron en: T0= 0% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 24% de rastrojo + 76% de dieta basal; T8= 8% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 16% de rastrojo + 76% de dieta basal; T16= 16% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 8% de rastrojo + 76% de dieta basal; T24= 24% de biomasa de *Q. rugosa* Née + 0% de rastrojo + 76% de dieta basal (Cuadro 1). La fase de adaptación constó de 15 días, iniciando el experimento con el pesaje y el reacomodo, según el peso para la asignación de los tratamientos. La prueba duró 42 días. Los tratamientos fueron asignados aleatoriamente a las 24 corraletas (cada una con 2 animales. La cantidad de alimento ofrecida fue ad libitum suministrándose en 2 horarios (9:00 y 16:00 h), en una proporción 40:60, respectivamente de lo consumido. Características y manejo de las canales: Al finalizar la prueba de alimentación al día 42, los ovinos recibirán un periodo de 24 horas de ayuno para después ser sacrificados siguiendo la Norma Oficial Mexicana para muerte a los animales domésticos y silvestres (NOM-033-ZOO-2014); las canales fueron conservadas en cuarto frío (2° C) durante 24 horas. Pesos en vivo y de la canal caliente (PCC): El peso vivo se obtuvo antes del sacrificio, mientras que la canal caliente fue pesada inmediatamente después del sacrificio. El porcentaje de rendimiento en canal caliente fue calculado dividiendo el peso de la canal caliente entre el peso vivo previo al sacrificio y multiplicándolo por 100. Peso de la canal fría (PCF): Las canales después de 24 horas de enfriamiento a una temperatura de 2° C fueron pesadas para estimar el rendimiento en frío. El porcentaje de rendimiento en canal fría fue calculado dividiendo el peso de la canal fría entre el peso vivo previo al sacrificio. Para determinar el área del ojo de la costilla y espesor de la grasa dorsal, se realizó previo al sacrificio con un ultrasonido marca Aloka® con un transductor lineal de 3.5 MHz, en el penúltimo espacio intercostal, la grasa en riñón, pelvis y corazón: se determinaron por el peso de la grasa disecada del riñón, pelvis y corazón, y se expresó en porcentaje del cuerpo vacío. La composición tisular se determinó al diseccionar la paleta separándola la proporción de musculo, hueso y grasa, esto se expresó en porcentaje.

El análisis estadístico se realizó ajustando un modelo que incluyó el efecto de tratamiento y considerando como bloque el peso inicial. Se utilizó el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS para realizar un ANOVA. Cuando se observaron efectos significativos para los efectos evaluados, se realizó una comparación de medias con la prueba de Tukey usando la sentencia MEANS. Los valores de P observados se consideraron estadísticamente diferentes cuando $P < 0.05$.

Cuadro 1. Tratamientos y composición química.

Ingredientes	Tratamientos			
	T0	T8	T16	T24
	% de inclusión			
Rastrojo de maíz	24.0	16.0	8.0	0.0
Biomasa de <i>Quercus rugosa</i> Née	0.0	8.0	16.0	24.0
Maíz rolado	45.0	45.0	45.0	45.0
Pasta de soya	15.0	15.0	15.0	15.0
Melaza	8.0	8.0	8.0	8.0
Grasa vegetal	3.5	3.5	3.5	3.5
Bentonita sódica	1.6	1.6	1.6	1.6
Bicarbonato de sodio	1.0	1.0	1.0	1.0
Carbonato de calcio	1.0	1.0	1.0	1.0
Urea	0.8	0.8	0.8	0.8
Núcleo*	0.1	0.1	0.1	0.1
Composición química				
Proteína cruda, %	14.9	14.8	14.6	14.4
Extracto Etéreo, %	5.0	5.1	5.1	5.1
Fibra detergente neutro, %	19.5	24.2	28.9	33.5
Fibra detergente ácido, %	10.4	14.4	18.4	22.3
Ceniza, %	6.8	6.8	6.7	6.7
Calcio, %	0.7	0.8	0.9	1.0
Fósforo, %	0.3	0.2	0.2	0.2
Taninos condensados, %	0.0	0.3	0.5	0.7

*Perfil nutricional: A (5,000,000 UI), D (2,000,000 UI) y E (10,000 UI), Co (0.5g), Fe (50g), I (2.5g), Mn (50g), Zn (50g), Se (0.2g) y Cu (15g). Excipiente c.b.p. 1,000 g.

Resultados y Discusión

El porcentaje de musculo fue mayor ($P<0.05$) en las canales, de los ovinos que consumieron los tratamientos que tenían el 16 y 24% biomasa de *Q. rugosa* Née, lo cual concuerda con un experimentos realizado en ovinos, donde observaron que los taninos condensados de *Lotus corniculatus* (22 g de TC/kg⁻¹ de MS) aumentan tanto el flujo abomasal (+34%) como la absorción en el intestino delgado (+38%) de aminoácidos esenciales, con ningún efecto sobre la degradabilidad aparente en el intestino delgado (Barry y Manley, 1984; Warhorn *et al.*, 1987). Min *et al.* (1999), en concordancia con lo anterior, también señalan que las ovejas pastando *L. corniculatus* (17 g de TC/kg⁻¹ de MS) aumentaron las concentraciones plasmáticas de aminoácidos de cadena ramificada (57%) y aminoácidos esenciales (52%) en comparación con los suplementados con polietilen glicol. Para lo que respecta a la grasa de la canal el tratamiento que presento menor porcentaje, fue él que tenía el 24% de biomasa de *Q. rugosa* Née, la presencia de taninos condensados dentro de la biomasa se ha asociado con la reducción de grasa de la canal en corderos pastando *L. pedunculatus* (Purchas y Keogh, 1984) y *H. coronarium* (Terrill *et al.*, 1992). Una posible explicación a esta reducción de la grasa ha sido sugerido por Barry *et al.* (1986) quien observo un menor nivel de Hormona del Crecimiento en corderos, cuando la dieta (*L. pedunculatu*, que contenían 95 g de TC/kg⁻¹ de MS) fue rociada con polietilen glicol (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la sustitución de rastrojo de maíz por biomasa de *Quercus rugosa* Née en dietas de ovinos de engorda sobre las características de la canal.

Parámetro	Tratamientos				
	T0	T8	T16	T24	EEM
Peso de la canal caliente (Kg)	20.5	20.4	20.4	20.6	0.29
Rendimiento de la canal caliente (%)	55.9	55.5	55.4	55.4	0.42
Peso de la canal fría (Kg)	19.7	19.7	19.8	19.9	0.29
Rendimiento de la canal fria (Kg)	53.8	53.7	53.7	52.6	0.40
Área del ojo de la costilla (cm ²)	12.51	12.8	13.09	12.64	0.30
Espesor de la grasa dorsal (cm)	3.25	3.34	3.24	3.21	0.11
Grasa de riñón, pelvis y corazón (%)	1.5	1.7	1.8	1.8	0.10
Composición tisular (%)					
Musculo	65.3 ^b	64.5 ^b	66.0 ^a	66.2 ^a	0.92
Grasa	14.6 ^a	14.0 ^a	13.6 ^a	11.4 ^b	0.97
Proporción musculo: hueso	3.2	3.2	3.4	3.2	0.15

EEM= error estándar de la media.

^{a, b} Literales diferentes en las columnas indican diferencias ($P<0.05$).

Conclusiones

Por lo cual se concluye que la biomasa de *Q. rugosa* Née se puede incluir en dietas de ovinos en finalización hasta en un 24%, esto ayudando a aumentar la deposición de músculo y disminuyendo la grasa de las canales.

Literatura Citada

- Barry, T.N y T.R. Manley. 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pendunculatus* for sheep. 2. Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. Brit. J. Nutr. 51: 493-504.
- Barry T.N., T.F. Allsop y C. Redekopp. 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pendunculatus* for sheep. 5. Effects on the endocrine system and on adipose tissue metabolism. Br. J. Nutr. 56: 607-614.
- De la Paz, P.O.C., Campos, A.R., Quintanar, A.I. y Dávalos, R.S.1998. Estudio anatómico de la madera de cinco especies del genero *Quercus* (Fagaceae) del estado de Veracruz. Madera y Bosques 4 (2):45-65.
- NOM-033-ZOO-2014. Norma oficial Mexicana: Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.
- Paterson, R.T. 1993. Use of Trees by Livestock 5: *Quercus*. Chatham, UK: Natural Resources Institute.
- Purchas, R.W. y R.G. Keogh. 1984. Fatness of lambs grazed on lotus and white clover. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod., 44: 219-221.
- Terril, T.H., G.B. Douglas, A.G. Foote, R.W. Purchas, G.F. Wilson y T.N. Barry. 1992. Effect of condensed tannins upon body growth, wool growth and rumen metabolism in sheep grazing Sulla (*Hedysarum coronarium*) and perennial pasture. J. Agr. Sci. Camb. 119: 265-273.
- Waghorn, G.C., M.J., Ulyatt, A. John y M.T. Fisher. 1987. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep feed on *Lotus corniculatus* L. Br. J. Nutr. 57: 115-126.
- Wilson, A.D., W.C. Weir y D.T. Torell. 1971. Evaluation of chamise (*Adenostoma fasciculatum*) and interior live oak (*Quercus wislizenii*) as feed for sheep. J. Anim Sci. 32:1042-1045.

PATRONES DE FERMENTACIÓN Y PRODUCCIÓN DE METANO *in vitro* AL INCLUIR NOPAL FORRAJERO EN DIETAS DE BOVINOS

FERMENTATION PATTERNS AND *in vitro* METHANE PRODUCTION BY INCLUDING CACTUS PEAR IN DIETS FOR BOVINOS

Karina Araiza¹, Manuel Murillo², Gerardo A. Pámanes³, Francisco O. Carrete², Osvaldo Reyes².

¹Alumna de la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Forestales de la UJED. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. ³Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera.

Resumen

El objetivo fue evaluar bajo condiciones *in vitro* la inclusión de *Opuntia ficus-indica* fresco o fermentado con *Saccharomyces cerevisiae* sobre los parámetros de fermentación, producción de gas y metano. Se evaluaron tres tratamientos (T1: 0% de nopal forrajero, T2: 30% de nopal fresco y T3: 30% de nopal fermentado) en dietas para bovinos. El diseño experimental fue completamente al azar. El contenido de N-NH₃, la producción de AGV's y la relación acetato:propionato fueron diferentes entre tratamientos (P<0.05). La máxima producción de gas (A) fue diferente entre tratamientos (P<0.05). Esta se redujo el 9% al incluir nopal fresco y 11% cuando se incluyó nopal fermentado. De igual forma, el valor de Lag fue diferente entre tratamientos (P<0.05) e incremento en 16% al incluir *Opuntia ficus-indica*. La producción de metano fue diferente entre tratamientos (P<0.05), se observó una reducción del 14% al incluir tanto nopal fresco como fermentado. Los resultados indican que incluir *Opuntia ficus-indica* a dietas de bovinos reduce la cantidad de metano producto de la fermentación *in vitro*, y al incluirlo fermentado se mejora la calidad nutritiva y los parámetros de fermentación.

Abstract

The objective was to evaluate under *in vitro* conditions, the inclusion of fresh or fermented with *Saccharomyces cerevisiae*, *Opuntia ficus-indica* in diets for bovines, on the fermentation parameters, gas and methane production. Three treatments (T1: 0% cactus pear, T2: 30% fresh cactus pear, and T3: 30% fermented cactus pear) were evaluated in diets for bovines. The N-NH₃, VFA's, gas production, and acetate:propionate ratio was different among treatments (P<0.05). The maximum gas production (A) was different among treatments (P<0.05). This was reduced 9% when including fresh cactus pear and 11% when fermented cactus pear was included. In the same way, the Lag value was different among treatments (P<0.05) and increased 16% by including *Opuntia ficus-indica*. The methane production was different (P<0.05), it was observed a reduction of 14 % by including either fresh or fermented cactus pear. The results indicate that the inclusion of *Opuntia ficus-indica* into bovine diets reduce the amount of methane produced by the *in vitro* fermentation, and the nutritive quality and fermentation parameters are improved.

Palabras Claves: Metanogénesis, *Opuntia ficus-indica*, *Saccharomyces cerevisiae*, patrones de fermentación, metano.

Introducción

La producción pecuaria contribuye ampliamente a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, se estima que la ganadería aporta hasta el 60% del metano (CH₄) y es responsable del 15% del calentamiento global (Primavesi *et al.*, 2004, Ogino *et al.*, 2007). La metanogénesis en el rumen depende de la presencia de microorganismos metanogénicos, calidad de la dieta, presencia de metabolitos secundarios y factores fermentativos intrínsecos de los animales (Morgavi y *et al.*, 2010). No obstante, al modificar la dieta es posible alterar los patrones de fermentación y aminorar la producción de CH₄ (Martin *et al.*, 2010).

Actualmente el reto radica en reducir las emisiones de CH₄ sin alterar la producción animal y mejorando la eficiencia energética de los alimentos (Martin *et al.*, 2010). Es por esto, que se plantea el uso de estrategias no convencionales en la nutrición de rumiantes, la utilización de plantas o de alguno de sus componentes es una alternativa natural para reducir las emisiones de CH₄. En las zonas áridas de México donde la disponibilidad de forrajes es limitada es conveniente utilizar forrajes aptos a explotarse todo el año (Murillo *et al.*, 2012). En el presente trabajo, se propone el uso de nopal forrajero (*Opuntia ficus-indica*) que se caracteriza por ser un forraje fresco, succulento, de buena palatabilidad y resistente a la sequía (Carranza, 2001). Debido a que el nopal por sí solo no cubre las necesidades proteicas de los bovinos (Flores-Ortiz y Reveles-Hernández, 2010) es posible incrementar la calidad nutritiva del nopal a través de una fermentación con levadura *Saccharomyces cerevisiae*. El objetivo fue evaluar los patrones de fermentación, la cinética de producción de gas y metano *in vitro* de dietas al incluir nopal forrajero fresco y nopal fermentado como parte de la fracción forrajera de dietas de bovinos.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Las muestras de Nopal Forrajero (variedad AV6) se obtuvieron en el rancho “Santa Cruz del Aguaje” cercano al sitio de trabajo. Una fracción de la muestra de nopal se fermentó con levadura viva *Saccharomyces cerevisiae* (a proporción del 1%) durante 48 horas a 32°C. Para su conservación, los ingredientes se secaron a 55°C durante 48 horas y se molieron en un molino de cuchillas con malla de 1 mm. Se formularon tres diferentes tratamientos experimentales (T1: 0% nopal, T2: 30% nopal fresco, T3: 30% nopal fermentado), la composición y el análisis nutricional se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición y análisis químico proximal de los tratamientos experimentales.

Ingredientes (%)	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Heno de Alfalfa	50	20	20
Nopal	0	30	0
Nopal Fermentado	0	0	30
Maíz Molido	30	30	40
Harinolina	19	19	19
Minerales	1	1	1
Nutrientes (%)	T1	T2	T3
MS	89.4	89.6	89.7
Cenizas	9.7	12.3	12.6
PC	20.5	14.3	20.6
EE	1.6	1.5	1.3
FDN	53.3	52.6	46.5
FDA	23.8	17.7	15.6
Lignina	7.4	5.8	3.9
DIVMS	51.3	56.8	56.4

MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Análisis químicos. Los ingredientes de las dietas se mezclaron e inmediatamente se tomaron muestras por el método de cuarteo, cada tratamiento se evaluó por triplicado y se determinó el contenido de materia seca (MS), cenizas (C), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) de acuerdo con los métodos descritos por la AOAC (1995). Además, los contenidos de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina se determinaron con la metodología propuesta por Goering y Van Soest (1970). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se analizó por la técnica propuesta por ANKOM[®] (2008).

Patrones de fermentación *in vitro*. El inóculo ruminal se obtuvo de dos novillos fistulados del rumen y alimentados con ensilado de maíz y concentrado en una relación 50:50. Cada tratamiento se incubó en los frascos utilizados para la determinación de gas *in vitro* Ankom[®], un gramo de muestra se mezcló con 120 ml de líquido ruminal y saliva artificial en una relación 1:2, cada una de las dietas se incubó por triplicado en un módulo Daisy a 39°C. Transcurridas 24 horas de incubación se midió el pH del líquido; posteriormente se determinó el contenido de nitrógeno amoniacal (N-NH₃) por espectrofotometría ultravioleta y ácidos grasos volátiles (AGV's) por cromatografía de gases, en ambos procedimientos se utilizó la técnica propuesta por Galyen (2010).

Producción de gas *in vitro*. Para determinar la producción de gas *in vitro* de cada dieta, se utilizó el sistema semi- automatizado (ANKOM, 2008) y el procedimiento propuesto por Theodorou *et al.* (1994). Los cambios en la presión se registraron con un transductor de presión conectado a un lector digital. Los tiempos de lectura fueron de 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas de fermentación. Para la estimación de los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* se utilizó el modelo de Gompertz (Schofield *et al.*, 2000):

$$PG = A * \exp[-Lag * \exp(-kd * t)]$$

Dónde: PG= Producción acumulativa de gas al tiempo t (ml/g MS); A= Máxima producción de gas (ml/ g MS); kd= Tasa constante de producción de gas (%/h); Lag= Fase de latencia (h). La producción de CH₄ y dióxido de carbono (CO₂) se llevó a cabo a las 24 h de incubación, la composición de la fracción gaseosa se determinó con un analizador de gas portátil LANDTEC modelo GEMTM5000, se utilizó el procedimiento establecido por el fabricante.

Análisis estadístico. Los datos obtenidos se analizaron con un diseño completamente al azar, se utilizó el procedimiento GLM de SAS[®]. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey y se declaró un nivel de significancia con una $P < 0.05$.

Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se muestran los patrones de fermentación de los tratamientos experimentales. Como se observa, no hubo diferencias en el pH ($P > 0.05$). Cabe destacar que este encuentra dentro del límite optimo (6.6 a 7.0) para asegurar el crecimiento de los microorganismos celulolíticos (Van Soest, 1994). El contenido de N-NH₃ fue diferente entre tratamientos ($p < 0.05$). La mayor concentración de N-NH₃ se obtuvo en el tratamiento con alfalfa, con un aumento del 29.7% y 19.4% respecto a T2 y T3, este resultado probablemente se debe al bajo aporte de proteína cruda del nopal, la concentración de N-NH₃ se encuentra entre los 5mg/dL y 10 mg/dL necesarios para maximizar el consumo y la utilización de la materia orgánica en el rumen (Chandrasekharaiyah *et al.*, 2011). La cantidad de AGV's Totales fue diferente entre tratamientos ($P < 0.05$) obteniendo la mayor cantidad en el T2, lo mismo se observa con el porcentaje de ácido acético. De acuerdo con Llamas (2008) las proporciones de los ácidos acético, propiónico y butírico oscilan entre 60%, 20% y 15%, respectivamente. Sin embargo, en este experimento el porcentaje de ácido acético oscila entre el 45% (T1 y T3) y 57% (en T2) y el ácido propiónico se encuentra alcanza el 25% (T2) y el 35% (T1 y T3). Al comparar estas evidencias se puede atribuir el comportamiento de los AGV's al aporte de proteína y a la adición de concentrados a las raciones. Ya que esto provoca una disminución en la concentración de ácido acético que es compensada con un aumento en el propiónico y butírico (Llamas, 2008). La relación acetato:propionato mostró diferencias significativas ($P < 0.05$), el tratamiento con nopal fresco tuvo un incremento del 60% respecto a T1 y T3, esto se debe a que hay una mayor producción de ácido acético respecto a la producción de propiónico. La relación acetato:propionato puede variar entre 0.9 a 4 (Johnson y Johnson, 1995), representando el valor mas bajo una fermentación más eficiente y menor pérdida energética.

Tabla 2. Patrones de fermentación *in vitro* de las dietas experimentales.

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	EEM
pH	6.9 ± 0.02	6.9 ± 0.01	6.9 ± 0.01	0.01
N-NH ₃ (mg/ dL)	13.6 ± 0.62a	9.7 ± 0.04b	11.1 ± 0.22b	0.38
AGV Totales(mM)	78.7 ± 1.32b	132.9 ± 6.39a	76.3 ± 1.88b	3.92
Acético (%)	46.8 ± 0.39b	57.0 ± 1.28a	45.1 ± 0.65b	0.86
Propiónico (%)	32.7 ± 0.32a	25.1 ± 1.05b	34.0 ± 0.46 ^a	0.68
Butírico (%)	15.0 ± 0.02a	12.4 ± 0.15b	15.4 ± 0.07 ^a	0.08
Acetato:Propionato.	1.4 ± 0.02b	2.2 ± 0.14a	1.3 ± 0.03b	0.08

^{ab}Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0.05$). EEM: Error Estándar de la diferencia entre medias; N-NH₃= Concentración de nitrógeno amoniacal a las 24h de fermentación *in vitro*; AGV= Ácidos Grasos Volátiles.

Los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* de los tratamientos evaluados se muestran en la Tabla 3. La máxima producción de gas (A) fue diferente entre tratamientos ($P < 0.05$), el tratamiento con alfalfa obtuvo el mayor valor de A, seguido por el tratamiento con nopal fresco (disminuyó 9%) y nopal fermentado (disminuyó 11%). Este resultado se puede atribuir al aumento en la fase de retraso (Lag); que mostró una diferencia significativa ($P < 0.05$) y un aumento de 0.4 horas al incluir nopal. Según Dijkstra *et al.* (2002) es posible que el material soluble no pueda ser

metabolizado rápidamente por los microorganismos del rumen, cuando se sobrepasa su capacidad para utilizar los sustratos, por lo tanto, el inicio de degradación podría tomar un tiempo más largo. Finalmente, el valor de Kd no mostró diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$).

Tabla 3. Parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro*.

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	EEM
A (ml/g MS)	155.4 ± 1.78 ^a	142.6 ± 0.14 ^b	138.4 ± 3.14 ^b	2.09
Lag (h)	2.0 ± 0.15 ^b	2.3 ± 0.01 ^{ab}	2.4 ± 0.04 ^a	0.08
Kd (%/h)	0.1 ± 0.01	0.1 ± 0.01	0.1 ± 0.01	0.01

^{ab}Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($P<0.05$). EEM: Error Estándar de la diferencia entre medias; A= máxima producción de gas (ml/g MS); kd= Tasa constante de producción de gas (%/h); Lag= Fase de latencia (h).

Tabla 4. Producción de gas, metano y dióxido de carbono *in vitro* a las 24 horas.

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	EEM
PG _{24h} (ml/gMS)	123.7 ± 6.30	122.0 ± 0.56	120.0 ± 1.01	3.69
CH ₄ (ml/gMS)	15.0 ± 0.65 ^a	13.1 ± 0.27 ^b	12.9 ± 0.07 ^b	0.41
CO ₂ (ml/gMS)	102.8 ± 3.85	98.9 ± 2.32	93.7 ± 0.24	2.60

^{ab}Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($P<0.05$). EEM: Error Estándar de la diferencia entre medias.

En la Tabla 4 se muestra la producción de gas, metano y dióxido de carbono *in vitro* a las 24 horas de fermentación. El volumen de metano producido mostró diferencias significativas ($P<0.05$), donde el mayor volumen de metano se obtuvo en la dieta con alfalfa, al utilizar nopal fresco o fermentado el metano se redujo en un 14%. La reducción en la producción de metano puede indicar un uso más eficiente la energía, lo cual coincide con lo reportado por Martin *et al.*, (2010) que afirma que una mayor producción de propionato reduce la producción de metano. Finalmente, la producción de dióxido de carbono no mostró diferencia significativa ($P>0.05$).

Conclusiones

Los resultados indican que la adición de *Opuntia ficus-indica* fresco y fermentado a la fracción forrajera, representa una alternativa viable para la alimentación de ganado, sin embargo, al invertir en el proceso de fermentación con *Saccharomyces cerevisiae* se mejora la calidad nutritiva de la dieta al elevar la cantidad de proteína cruda, la fermentación se vuelve más eficiente y se produce una mayor proporción de ácido propiónico. De igual forma, utilizar nopal como parte de la dieta es una alternativa para reducir la producción de metano sin comprometer la producción de gas, asegurando el uso eficiente de la energía proveniente de la dieta, lo que convierte al nopal forrajero en una virtual alternativa sostenible para la alimentación de bovinos en engorda.

Literatura Citada

- ANKOM. Technology. (2008). Procedures for Fiber and *in vitro* Analysis.
- AOAC (1995). Official Methods of Analysis. 12th edition association of official analytical chemists. Washington, D.C. USA. 1930 pp.
- Carranza, J. A. 2001. Caracterización morfológica del cladodios de *Opuntia spp.* Tesis profesional. Chapingo. México. Pp 82.
- Chandrasekharaiah, M., A. Thulasi, K. P. Suresh KP, K. T. Sampath. 2011. Rumen degradable nitrogen requirements for optimum microbial protein synthesis and nutrient utilization in sheep fed on finger millet straw (Eleusine coracana) based diet. Animal Feed Science Technology, 163: 130-135.

- Dijkstra, I., J. A. Mills, J. France. 2002. The role of dynamic modeling in understanding the microbial contribution to rumen function. *Nutrition Research Review*, 15:67-90.
- Flores-Ortiz, M. y M. Reveles-Hernández. 2010. Producción de nopal forrajero de diferentes variedades y densidades de plantación. VIII Simposium- Taller Nacional y 1er Internacional “Producción y Aprovechamiento del Nopal”. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial*, 5.
- Galyean, M. L. 2010. *Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research*. Department of Animal and Food Sciences Texas Tech. University, Lubbock. USA.
- Goering, H. K. y Van Soest. (1970). Forage fiber analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications). USDA-ARS Agricultural Handbook 379. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.
- Johnson, K. A. and D. E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73: 2483-2492.
- Llamas, J. 2008. Concentración de Ácidos Grasos Volátiles en Líquido Ruminal de Toretos Charoláis en Engorda Alimentados con Diferentes Niveles de Masilla y Levadura de Cerveza. Tesis profesional. Coahuila, México. Pp 9-10.
- Martin, C., D.P. Morgavi, M. Doreau. 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal*, 4:3, pp 351–365.
- Morgavi, D. P., E. Forano, C. Martin, C. J. Newbold. 2010. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal*, 4(7), 1024-1036.
- Murillo, M., E. Herrera, F. Carrete, B. Ruiz, S. Serrato. 2012. Chemical composition, *in vitro* gas production. Ruminal fermentation and degradation patterns of diets bay grazing in native range of north Mexico. *Asian Australasian Journal of Animal Science* 25: 1395-1403.
- Ogino, A., H. Orito, K. Shimadad, and H. Hirooka. 2007. Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow-calf system by the life cycle assessment method. *Animal Science Journal* 78, 424–432.
- Primavesi, O., R.T. Shiraiishi, M. Dos Santos, M. Aparecida, T. Teresinha, P. Franklin. 2004. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39 (3): 277-283.
- Schofield, P. 2000. *Gas Production Methods. Farm Animal Metabolism and Nutrition*. Wallingford, U. K. CAB International. 450 p.
- Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan, J. France, J. 1994. A simple gas production method a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 48: 185-197.
- Van Soest PJ. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Second edition. Cornell University Press. 476 p.

COBRE EN EL FORRAJE DEL PASTIZAL NATIVO EN LA PERIODO DE CRECIMIENTO EN EL ESTADO DE ZACATECAS

COPPER IN THE FORAGE OF NATIVE RANGELAND IN THE PERIOD OF GROWTH IN THE STATE OF ZACATECAS

Miguel Márquez Madrid¹, Ricardo David Valdez Cepeda¹ y Fidel Blanco Macías¹*

¹Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro-Norte. Carretera Zacatecas-Fresnillo, km 24.5, Morelos, Zacatecas, CP 98100, México; Tel: +52 (492) 9246284, Ext. 117.

**e-mail: mamami66@hotmail.com*

Resumen

El cobre es un mineral esencial para la producción, reproducción y salud de los bovinos. El objetivo de la investigación fue determinar la concentración del cobre en el forraje de un pastizal nativo y la insuficiencia de ese mineral en la nutrición de bovinos productores de carne que consumen ese forraje en condiciones de pastoreo extensivo. En cinco unidades de producción pecuaria del estado de Zacatecas, con un clima semiseco y lluvias en verano, se tomaron muestras de forraje al final del período de crecimiento para determinar el contenido de cobre. La concentración media de cobre en los forrajes del pastizal no aportó la cantidad mínima necesaria para bovinos carne. La insuficiencia media de cobre en las cinco unidades de producción fue del 35.1%. Se sugiere formular mezclas minerales con cobre para remediar las carencias en el forraje en el área de estudio.

Palabras clave: cobre, insuficiencia, suplementación, pastizal.

Abstract

Copper is an essential mineral for the production, reproduction and health of beef cattle. The objective of the research was to determine the concentration of copper in the forage of a native rangeland and the insufficiency of that mineral in the nutrition of beef cattle that consume that forage under extensive grazing conditions. In five livestock production units in the state of Zacatecas, with a semi-dry climate and rains in summer, forage samples were taken at the end of the growth period to determine the copper content. The average concentration of copper in rangeland forages did not provide the minimum amount needed for bovine meat. The average copper insufficiency in the five production units was 35.1%. It is suggested to formulate mineral mixtures with copper to remedy the deficiencies in the forage in the study area.

Key words: copper, insufficiency, supplementation, rangeland.

Introducción

Los pastos son la fuente natural de minerales para el ganado en pastoreo, la cual no siempre satisface los requerimientos (McDowell y Arthington, 2005). El cobre (Cu) es un micromineral necesario para la respiración celular, la formación de huesos, una apropiada función cardíaca, el desarrollo del tejido conectivo; el Cu participa en la síntesis de hemoglobina, formación ósea y pigmentación del pelo (McDowell y Arthington, 2005). El Cu es un cofactor importante en

aproximadamente 30 sistemas enzimáticos de reducción y oxidación; es un componente esencial de varias metaloenzimas importantes, como ceruloplasmina, citocromo oxidasa, lisil oxidasa y tirosinasa; y es también esencial para fortalecer el sistema inmune de los bovinos (McDowell y Arthington, 2005; Arthington, 2002).

Los requerimientos de cobre para los bovinos carne son de 10 mg kg^{-1} de dieta, pueden variar de 4 a más de 15 mg kg^{-1} , dependiendo de la concentración de molibdeno y azufre en la dieta (NRC, 2000). El cobre es una de las deficiencias de nutrimentos minerales más comunes en el ganado en pastoreo. Algunos signos de deficiencia de cobre incluyen, gran afectación del sistema inmune, despigmentación de pelo y áspero, anemia, crecimiento reducido, falla cardíaca, huesos frágiles y se fracturan fácilmente, diarrea y baja reproducción caracterizada por estro retrasado o deprimido (Underwood y Suttle, 2003; NRC, 2000; Arthington, 2002).

Los resultados de la escasa investigación que se ha realizado en el forraje de los pastizales en el estado de Zacatecas, reportan al cobre con probabilidades de ser deficientes, (Gartenberg *et al.*, 1989). En ese sentido, la información sobre el contenido de cobre en la dieta de los bovinos que desarrollan en condiciones de pastoreo extensivo en pastizales nativos en la época de crecimiento activo del pasto en el estado de Zacatecas es escasa, situación que limitar la formulación de estrategias de suplementación mineral. Por lo tanto, el objetivo de éste estudio fue determinar el contenido de cobre en el forraje del pastizal nativo en el período de crecimiento, así como la insuficiencia en la nutrición de bovinos productores de carne que consumen ese forraje en condiciones de pastoreo extensivo en el estado de Zacatecas.

Materiales y Métodos

Características agroecológicas del área de estudio

El estudio se realizó en cinco unidades de producción (UP) de ganado bovino productor de carne que se desarrollan en condiciones de pastoreo extensivo en el estado de Zacatecas, México. La UP 1 se localiza entre las coordenadas $23^{\circ}40' - 23^{\circ}39' \text{ N}$ y $103^{\circ}28' - 103^{\circ}27' \text{ O}$, a 2,250 msnm. La UP 2 se localiza entre las coordenadas $23^{\circ}18' - 23^{\circ}17' \text{ N}$ y $102^{\circ}46' - 102^{\circ}47' \text{ O}$, a 2,110 msnm. La UP 3 se localiza entre las coordenadas $23^{\circ}29' - 23^{\circ}27' \text{ N}$ y $103^{\circ}42' - 103^{\circ}41' \text{ O}$, a 2,240 msnm. La UP 4 se localiza entre las coordenadas $23^{\circ}14' - 23^{\circ}13' \text{ N}$ y $103^{\circ}12' - 103^{\circ}10' \text{ O}$, a 2,217 msnm. La UP 5 se localiza entre las coordenadas $22^{\circ}59' - 22^{\circ}47' \text{ N}$ y $102^{\circ}48' - 102^{\circ}46' \text{ O}$, a 2,360 msnm.

En las cinco UP, el clima es semiseco (BS_{1kw}), con lluvias en verano, la precipitación pluvial media anual oscila de 400-550 mm y la temperatura media anual de 16 a 18° C (García, 1988). La fisiografía es irregular con pequeñas planicies, lomeríos bajos y colinas. Los suelos son calizos de origen *in-situ*, de profundidad somera y textura franco-arenosa (COTECOCA-SARH, 1980).

En el área de pastoreo de las UP 1, 3 y 5 predomina el pastizal mediano abierto, mientras que en las UP 2 y 4 el pastizal mediano abierto, está asociado a nopaleras y matorral microfilo. La capacidad de carga animal en las UP 1, 3 y 5 es de 10 ha por unidad animal por año y en las UP 2 y 4, de 13 ha por unidad animal por año (COTECOCA-SARH, 1980). Las especies forrajeras más importantes por su cobertura son zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis*), zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), zacate lobero (*Lycurus phleoides*), zacate tres barbas (*Aristida arizonica* y *Aristida divaricata*), zacate matorralero (*Muhlenbergia porteri*) y zacate hoz (*Microchloa kunthii*).

Procedimiento de muestreo y determinaciones analíticas

En las UP 1, 2 y 3, el muestreo se realizó al final de la estación de lluvias, en octubre de 2013, y en las UP 4 y 5 el muestreo se realizó en la misma época pero en 2016. En cada UP se obtuvieron cuatro muestras de forraje del pastizal mediante el método de simulación de pastoreo “Hand plucking” (Wayne, 1964), arrancando con la mano aquellas plantas o parte de las plantas que el ganado consume. Las muestras se secaron a 55 °C durante 48 horas, luego se molieron en un molino Wiley con criba de 1 mm. De cada muestra molida se tomaron 2 g de materia seca para someter a combustión la materia orgánica en una mufla, a una temperatura de 600 °C durante 6 horas. Las cenizas resultantes fueron digeridas con ácido clorhídrico y ácido nítrico. La cuantificación de la concentración de cobre, se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian, modelo: AA240FS), usando la metodología de Fick *et al.* (1979) y el manual para espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer, 1996).

Con base en el contenido del cobre en las muestras de forraje analizado en las cinco UP, se determinó el contenido medio del cobre en los forrajes de los pastos muestreados en cada UP. El contenido medio se utilizó para determinar el consumo mineral del ganado por día. El valor del consumo mineral del ganado por día se comparó con los requerimientos de cobre de 10 mg kg⁻¹ MS que recomienda el ‘National Research Council, NRC’ (2000) para bovinos carne. Según el resultado de la comparación, se determinaron las suficiencias e insuficiencia del cobre en la nutrición de los bovinos carne en pastoreo en las UP involucradas en el presente estudio.

Resultados y Discusión

La concentración media de cobre en el forraje del pastizal mostró diferencias no significativas ($p < 0.05$) entre UP (Cuadro 1). La concentración de cobre en el forraje mostró moderadamente alta variabilidad en la UP 3, mientras que en las otras UP la variabilidad fue modernamente baja (Cuadro 1).

Cuadro 1. Concentración media de cobre en el forraje de pastos nativos en la temporada de crecimiento en el estado de Zacatecas

Unidad de producción	Muestras	Media mg kg ⁻¹ MS	Coefficiente de Variación	p	Requerimiento ^Y mg kg ⁻¹ MS	Insuficiencia ^X mg kg ⁻¹ MS
1	4	7.25	13.21		10.00	2.75
2	4	6.25	15.32		10.00	3.75
3	4	6.50	19.86		10.00	3.50
4	4	6.53	11.76		10.00	3.48
5	4	5.93	14.41		10.00	4.08
Total (las 5UP)	20	6.49	15.11	0.442	10.00	3.51

^Y Nivel mínimo de cobre (mg kg⁻¹ de materia seca de la dieta) para cubrir requerimientos del ganado bovino (NRC, 2000); ^X Cantidad de cobre que no aporta el forraje para cubrir requerimientos (mg kg⁻¹ de materia seca de la dieta).

La concentración media de cobre en el forraje de las cinco UP fue menor a los requerimientos de 10 mg kg⁻¹ MS que recomienda el NRC (2000) para los bovinos productores de carne. En la UP 1, se obtuvo la mayor cantidad de cobre en los pastos (7.25 mg kg⁻¹ MS), pero esa cantidad fue insuficiente para cubrir los requerimientos de los bovinos, ya que se determinó una insuficiencia de cobre de 2.75 mg kg⁻¹ MS. En la UP 4 se registró la mayor insuficiencia, los pastos aportan solo el 59.3% del cobre que necesitan los bovinos productores de carne (Cuadro 1).

Se han reportado resultados similares en otros pastizales en regiones cercanas a la del presente estudio. Por ejemplo, Ramírez *et al.* (2009) reportaron 3 mg kg⁻¹ de Cu para pastizales en el estado de Nuevo León, mientras que Barnes *et al.* (1990) determinaron 4.5 mg kg⁻¹ de Cu para pastizales en el sur de Texas. Todos estos resultados confirman la idea de que la deficiencia de Cu en el forraje de los pastizales podría ser el micro-mineral más limitante para los animales, como lo señalan McDowell y Arthington (2005).

Conclusiones

Las concentraciones de cobre en el forraje de las cinco UP no cubrieron los requerimientos mínimos de los bovinos carne. Condición que predispone al ganado a la presentación de anomalías asociadas a la deficiencia de cobre que puede influir en la producción y salud de los animales, incrementando la probabilidad de que presentan la hipocuprosis. Con base en los resultados se sugiere elaborar suplementos con la cantidad y proporción adecuada de cobre para ofrecerlos a los bovinos en pastoreo en las UP involucradas en el estudio.

Agradecimientos

Al Centro de Investigación en Recursos Naturales y Medio Ambiente de la UACH que financió parcialmente el presente trabajo, mediante el proyecto, registrado con clave: 18163-C-73.

Literatura Citada

- Arthington JD. 2002. Mineral supplementation in the grazing cow herd. En *Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*. p. 103-112.
- Barnes, G.T., L.W. Varner, L.H. Blankenship, T. J. Fillinger, and S.C. Heineman. 1990. Macro and trace mineral content of selected south Texas deer forages. *Journal of Range Management*, 43, 220-223.
- COTECOCA-SARH. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Memoria de los Coeficientes de Agostadero del estado de Zacatecas y Aguascalientes. México. 1980.
- Fick K, McDowell L, Miles P, Wilkinson N, Funk J, Conrad J. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. 2da ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 1979: 358 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Gartenberg P.K., Rodríguez M. D., McDowell L.R., Wilkinson N.S. y Martin F.G. 1989. Evaluation of the mineral status of cattle in northeast Mexico. I. Macroelements and crude protein. *Nutrition reports international*, Vol. 40 (2).
- McDowell, L.R., and J.D. Arthington. 2005. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 4ª ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 94 p.
- National Research Council (NRC). Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C., USA. 2000. 248p.
- Perkin Elmer. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy. United States of America. 1996: 300 p.
- Ramírez, R.G., H. González-Rodríguez, R. Morales-Rodríguez, A. Cerrillo-Soto, A. Juárez-Reyes, G.J. García-Dessommes, and M. Guerrero-Cervantes. 2009. Chemical composition and dry matter digestion of some native and cultivated grasses in Mexico. *Czech Journal of Animal Science*, 54(4), 150-162.
- Wayne CC. Collection forages samples representative of ingested material of grazing animals for nutritional studies. *Journal of Animal Science* 1964;(23):265-270.
- Underwood EJ, Suttle NF. 2003. Los Minerales en la Nutrición del Ganado. 3ª Ed. Zaragoza, España. 633 p.

MESA DE TRABAJO

GXCNWCEKQP 'FG'I GTO QRNCUO C



INDUCCIÓN DE MUTACIONES MEDIANTE RADIACIÓN GAMMA PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL PASTO AFRICANO (*Eragrostis lehmanniana*)

INDUCING MUTATIONS THROUGH GAMMA IRRADIATION FOR PLANT BREEDING OF LEHMANN LOVEGRASS (*Eragrostis lehmanniana*)

Alan Álvarez¹, Carlos R. Morales², Carlos H. Avendaño¹, Raúl Corrales² y Federico Villarreal².

¹Instituto del Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). ²Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.

Resumen

El pasto africano (*Eragrostis lehmanniana*) es una especie utilizada para rehabilitar pastizales degradados. No obstante, su utilización implica un riesgo ecológico, ya que es una especie invasora que puede dispersarse y desplazar la vegetación nativa. Debido a esto, es importante la búsqueda de alternativas para su aprovechamiento por el ganado. Por lo anterior, el objetivo fue caracterizar la diversidad morfológica y nutricional inducida mediante radiación gamma. Esto con la finalidad de seleccionar genotipos con mejores atributos forrajeros, que puedan ser más aceptados por el ganado y puedan ser utilizados como forraje. Para ello, se irradio semilla de pasto africano mediante radiación gamma con Co⁶⁰, en dosis de 0 (testigo), 100, 200, 300, 450, 600, 900 y 1400 Gy. Bajo condiciones de invernadero se produjeron 10 plantas por dosis y fueron evaluadas durante dos años, a través de 11 caracteres morfológicos relacionados con calidad de forraje. Los individuos con características sobresalientes fueron seleccionados y caracterizados nutricionalmente por espectrofotometría de infrarrojo cercano y molecularmente marcadores moleculares AFLP. Como resultado, la radiación gamma genero variabilidad morfológica en pasto africano, que permitió seleccionar seis mutantes. Tres de estos mutantes (200-6 y 300-7) presentaron menor ($P<0.05$) contenido de lignina y mayor ($P<0.05$) contenido de proteína que las plantas testigo. Además, fueron genéticamente diferentes ($P<0.05$) y presentaron una distancia genética de 0.45 (Coeficiente Dice) con el testigo. Debido a esto, se recomienda evaluar las siguientes generaciones de estos mutantes hasta fijar los caracteres seleccionados.

Palabras clave: Mutagénesis, cobalto 60, diversidad fenotípica, diversidad genética.

Abstract

Lehmann lovegrass (*Eragrostis lehmanniana*) is a species used to rehabilitate highly degraded grasslands, where it is difficult to reintroduce the native vegetation. However, to use this species implicates an ecological risk, because it could disperse and displace the native vegetation. Thus, the objective was to characterize the morphological and nutritional diversity induced through gamma radiation on Lehmann lovegrass. This, in order to select genotypes of better nutritional quality, which could be more accepted by the cattle and thus avoid their dispersion. For this, seed of Lehmann lovegrass was irradiated through gamma radiation with ⁶⁰Co. The irradiation doses were 0 (control), 100, 200, 300, 450, 600, 900 and 1400 Grays (Gy). Ten plants per dose were produced under greenhouse conditions. These were evaluated during two years through 11 morphological characters related to forage quality. Outstanding individual were selected and characterized nutritionally by near-infrared spectrophotometry and molecularly through AFLP markers. The gamma irradiation generates morphological variability on Lehmann lovegrass, which allowed to select six mutants. Two of them (200-6 and 300-7) presented less ($P<0.05$) lignin and

more ($P < 0.05$) protein concentration than the control plants. In addition, they were genetically different ($P < 0.05$) to the control and presented a genetic distance of 0.45 (Dice's Coefficient) to the control. Thus, we recommend to evaluate the following generations of these mutants until fix the chosen characteristics.

Key words: Mutagenesis, cobalt 60, phenotypic diversity, genetic diversity.

Introducción

El pasto africano es una gramínea perenne, nativa del Sur de África, con ruta fotosintética C4, la cual se encuentra clasificada dentro de las especies invasoras de alto impacto para la biodiversidad. Esta especie presenta un bajo consumo por el ganado y es la causa principal de su capacidad invasiva. A su vez, esto probablemente se debe a que presenta alto contenido de fibras, bajo contenido de proteína y en consecuencia poca digestibilidad (González-García *et al.*, 2017). A pesar de lo anterior, esta especie ha sido utilizada para rehabilitar pastizales degradados, ya que por su rusticidad puede establecerse en áreas altamente degradadas (Hupy *et al.*, 2004). Sin embargo, la utilización del pasto africano implica un riesgo ecológico debido a que puede dispersarse a áreas adyacentes al sitio de siembra y desplazar la vegetación nativa. Por esta razón, el pasto africano es candidato para ser considerado para un programa de mejoramiento genético, donde la finalidad pudiera ser el incrementar su valor forrajero y con ello aumentar su aceptación por el ganado. Así, este pasto se podría aprovechar como forraje y controlar el tamaño de sus poblaciones.

Al ser una especie introducida en México, el pasto africano presenta limitaciones para ser sujeta de mejoramiento genético por su poca diversidad genética. Otra limitante es su tipo de reproducción, la cual se lleva a cabo de manera apomíctica. Por ello, el mejoramiento genético del pasto africano no puede ser conducido mediante métodos tradicionales. En cambio, la mutagénesis representa una alternativa viable ya que se ha demostrado que esta técnica es efectiva para inducir variabilidad genética, lo que permite seleccionar materiales con mejores atributos. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue caracterizar la diversidad morfológica, nutricional y molecular inducida mediante radiación gamma en pasto africano. La finalidad es seleccionar individuos con mejores atributos forrajeros y encaminarse a la obtención de nuevos materiales con alto valor nutricional; los cuales puedan ser utilizados para rehabilitar pastizales degradados.

Materiales y Métodos

El experimento se condujo bajo un diseño completamente al azar en condiciones de invernadero. Se evaluaron ocho dosis de irradiación: 100, 200, 300, 450, 600, 900, 1400 y 2000 Gy, así como un tratamiento testigo (0 Gy; material sin irradiar). Se irradió semilla comercial de pasto africano (variedad común). La irradiación de la semilla se realizó en el Complejo MOSCAFRUT SAGARPA//IICA en Metapa de Domínguez, Chiapas, México. Para ello, se utilizó un irradiador panorámico tipo Gamma Beam Modelo GB-127 MDS Nordion, con fuente de almacenamiento en seco, con una actividad de 15,000 Curies de Co^{60} .

La caracterización morfológica se realizó en 10 plantas por dosis de irradiación. La siembra se realizó en bolsas de polietileno negro de 26 cm de altura por 18 cm de diámetro. Las bolsas se llenaron con suelo franco-arenoso de origen aluvial (una planta por maceta) hasta una altura de 23 cm y los riegos se suministraron hasta punto de saturación cada tres días. La evaluación se llevó a cabo en dos periodos; de junio a septiembre de 2016 y de junio a septiembre de 2017. En la primera evaluación, las variables analizadas fueron peso de tallos (PT), peso de hojas (PH), peso total

(PTO), proporción hoja-tallo, largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), altura de planta (AP), producción de semilla (PS), número de tallos (NT), diámetro de macollos (DM) e índice de concentración de clorofila (ICC). En la segunda evaluación, las variables evaluadas fueron PT, PH, PTO, PHT, PS, ICC, AP, altura de follaje (AF) y proporción follaje-altura de planta (PFA). Para la cuantificación de los pesos, la biomasa aérea se cortó a cinco cm del suelo y ésta se separó en tallos y hojas. Las muestras extraídas se secaron en una estufa de aire forzado a 65°C durante 72 h. Una vez secas, las muestras fueron pesadas en una balanza analítica para obtener PT y PH. Con la suma de PT y PH se obtuvo el PTO. La PHT se obtuvo del cociente entre PH y PT. El LH se midió desde la lígula hasta el ápice de la hoja y el AH se midió en la parte media de la lámina. De estas dos variables se calculó el promedio de tres hojas seleccionadas al azar. La AP se midió desde el suelo hasta la punta del tallo más alto de la planta y para la AF se midió del suelo hasta el término de la parte con mayor densidad de hojas. La PFA se obtuvo de la división del AF entre el AP. El ICC se cuantificó con un dispositivo Opti-Sciences, modelo CCM-200 y se midió en la parte media de tres hojas seleccionadas al azar. La caracterización nutricional se realizó por medio de espectrofotometría del infrarrojo cercano, con el dispositivo SpectraStar 2600 XT (Unity Scientific). En esta etapa se analizó únicamente a los mutantes seleccionados como sobresalientes en la caracterización morfológica y a las 10 plantas testigo. Para este análisis, las muestras obtenidas en la etapa anterior fueron molidas en un molino Wiley® con malla de 1 mm. Las variables analizadas fueron porcentaje de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina detergente ácido (LDA), celulosa, hemicelulosa y proteína cruda (PC). Todas las determinaciones se realizaron por duplicado para cada planta, en cada una de las variables. Los porcentajes de FDN, FDA, LDA y PC se obtuvieron directamente del NIR. La hemicelulosa y celulosa se calcularon mediante la diferencia entre FDN y FDA, y entre FDA y LDA, respectivamente.

La caracterización molecular se llevó a cabo mediante marcadores AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism). Para el análisis, se seleccionaron dos hojas jóvenes y sanas de cada mutante, de las cuales se tomó una muestra de 100 mg. Para el testigo, se tomó un fragmento de hoja de cada una de las 10 plantas hasta completar 100 mg de muestra. La extracción del ADN se realizó por medio del Kit comercial DNeasy® Plant Mini Kit de Qiagen y los marcadores AFLP mediante el kit AFLP template de LI-COR Biosciences, siguiendo las indicaciones del fabricante. La separación y detección de los fragmentos de los AFLP se realizó en el secuenciador automático 3730xl Genetic Analyzer (Applied Biosystems).

Todas las evaluaciones se condujeron bajo un diseño experimental completamente al azar. La información sobre la caracterización morfológica se analizó por medio de análisis de componentes principales (ACP), mediante la matriz de correlación. Los datos de la caracterización nutricional se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias con la prueba de Dunnett, a un $\alpha=0.05$. Para el análisis de datos de la caracterización molecular, se formó una matriz binaria de presencia y ausencia con los electroferogramas y el software geneious R10. Los datos fueron analizados por AC con el software NTSYSpc, con el coeficiente Dice y el método de agrupamiento UPGMA. Por último, se realizó un análisis de varianza molecular (AMOVA) para comparar los grupos conformados por el AC de los datos binarios. Esto se llevó a cabo empleando el software Info-Gen.

Resultados y Discusión

El análisis de componentes principales con los datos morfológicos mostró que los tres primeros componentes principales (CP) explicaron el 76.2% y 73.4% de la variación total, en la primer y la

segunda evaluación, respectivamente. En ambas evaluaciones (2016 y 2017), las variables relacionadas con rendimiento de forraje tuvieron mayor contribución con el CP 1 (PT, PH, PTO, NT y DM). En el CP 2 las variables relacionadas con calidad de forraje fueron las de mayor contribución (PHT, LH, AH, PFA e ICC) (Gráfica 1). Por lo anterior, se consideró a los individuos que presentaron los valores más altos en el CP 2 como los de mejores atributos forrajeros. Estos individuos fueron seleccionados y caracterizados nutricional y molecularmente.

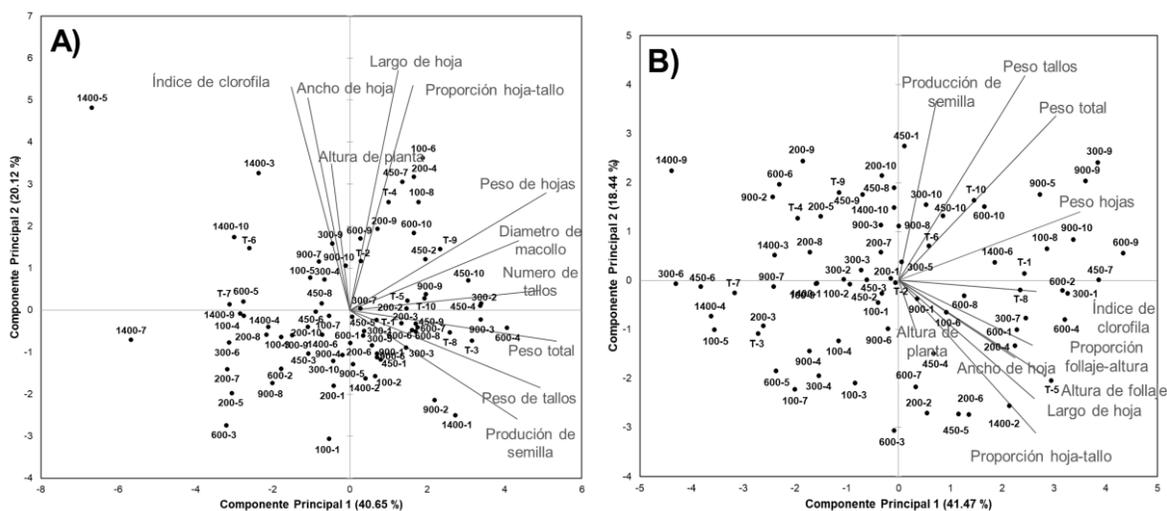


Figura 1. Distribución de la diversidad morfológica de 70 mutantes y 10 individuos control (provenientes de semilla sin irradiar) de pasto africano (*Eragrostis lehmanniana*), evaluados en etapa de madurez el primer(A) y segundo (B) año de crecimiento.

Respecto a los resultados de la caracterización nutricional, tres de los mutantes seleccionados presentaron menor contenido de lignina ($P < 0.05$); sin embargo, todos ellos presentaron mayor concentración de proteína cruda ($P < 0.05$) que las plantas testigo (Cuadro 1). Lo anterior, representa una ventaja nutricional de los mutantes frente al testigo. Esto debido a que la concentración de lignina presenta una alta correlación negativa con la digestibilidad de la materia seca; mientras que el contenido de proteína se correlaciona positivamente con la digestibilidad de la materia seca (Mahyuddin, 2008).

Cuadro 1. Composición nutricional de seis mutantes y el genotipo común de pasto africano (*Eragrostis lehmanniana*) en etapa de madurez.

Genotipo	FDN	FDA	Hemicelulosa	Celulosa	LDA	Proteína Cruda
Testigo (0 Gy)	74.2 ± 0.26	40.0 ± 0.17	34.1 ± 0.17	29.7 ± 0.15	4.47 ± 0.07	6.6 ± 0.09
100-6	70.4 ± 0.41*	38.4 ± 0.22*	32.0 ± 0.19*	28.1 ± 0.12	3.88 ± 0.07	10.3 ± 0.17*
200-6	71.2 ± 0.17*	38.0 ± 0.21*	33.1 ± 0.03	29.5 ± 0.03	3.54 ± 0.01*	11.1 ± 0.10*
300-7	72.0 ± 0.11	38.3 ± 0.08*	33.7 ± 0.19	30.0 ± 0.34	3.74 ± 0.14*	10.0 ± 0.09*
450-7	72.7 ± 0.34	38.1 ± 0.08*	34.5 ± 0.26	30.7 ± 0.05	3.80 ± 0.21	9.0 ± 0.06*
1400-2	72.7 ± 0.81	38.1 ± 0.58*	34.5 ± 1.40	30.6 ± 1.36	3.90 ± 0.04	10.4 ± 0.34*
1400-10	71.8 ± 1.98	37.7 ± 0.39*	34.0 ± 1.59	30.4 ± 1.23	3.65 ± 0.35*	10.4 ± 0.14 *

*Diferencias estadísticas significativas (Dunnett; $P < 0.05$) respecto al testigo. Valores presentados en porcentajes.

El análisis de AFLP produjo 1018 bandas y los valores de similitud del coeficiente de DICE variaron entre 0.43 y 0.73. El análisis de agrupamiento basado en datos moleculares separó a los mutantes en dos grupos (Bootstrap= 100%; Gráfica 1). Estos grupos presentaron una distancia genética de 0.45, según el coeficiente de DICE. De acuerdo con los resultados del AMOVA, los grupos fueron significativamente diferentes ($p < 0.05$) entre sí. Con ello, y tomando en cuenta investigaciones como la realizada por Pongtongkam *et al.* (2006), se puede considerar que existe alta diversidad genética entre los mutantes y el testigo. Estos investigadores indujeron variabilidad genética en pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) y encontraron similitudes genéticas desde 0.56 hasta 0.62. Así mismo, Abtahi y Arzani (2013) evaluaron 30 líneas mutantes de canola (*Brassica napus*) y encontraron distancias genéticas de entre 0.43 y 0.89.

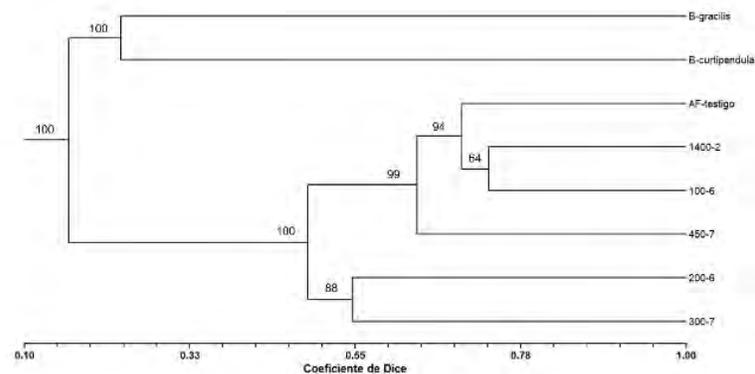


Figura 2. Análisis de agrupamiento de 5 mutantes y el genotipo testigo (variedad común) de pasto africano (*Eragrostis lehmanniana*), obtenido mediante el coeficiente de Dice y el método de agrupamiento UPGMA. Los pastos navajita (*Bouteloua gracilis*) y banderita (*B. curtipendula*) se presentan como especies externas.

Conclusiones

El uso de radiación gamma generó amplia variabilidad fenotípica y genética en pasto africano. Lo anterior permitió seleccionar la primera generación de mutantes con el mayor valor nutricional. Se recomienda evaluar las siguientes generaciones de estos mutantes, hasta fijar los caracteres seleccionados.

Literatura Citada

- Abtahi, M. and A. Arzani. 2013. Molecular and morphological assessment of genetic variability induced by gamma radiation in canola. *Journal of Plant Molecular Breeding* 1:69-84.
- González-García, H., A. Sánchez-Maldonado, A. J. Sánchez-Muñoz, A. Orozco-Erives, Y. Castillo-Castillo, R. Martínez-De la Rosa y J. A. González-Morita. 2017. Valor nutritivo del zacate rosado (*Melinis repens*) y del zacate africano (*Eragrostis lehmanniana*) en Chihuahua. *Ciencia en la Frontera* 14:7-14.
- Hupy, C. M., W. G. Whitford y E. C. Jackson. 2004. The effect of dominance by an alien grass species, Lehmann lovegrass, *Eragrostis lehmanniana*, on faunal pedoturbation patterns in North American Desert grasslands. *Journal of Arid Environments* 58:321-334.
- Mahyuddin, P. 2008. Relationship between chemical component and in vitro digestibility of tropical grasses. *Hayati Journal of Biosciences* 15:85-89.
- Pongtongkam, P., S. Peyachoknagul, J. Arananant, A. Thongpan and S. Tudsri. 2006. Production of salt tolerance dwarf napier grass (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) using tissue culture and gamma irradiation. *Natural Science* 40:625-633.

RESPUESTA DEL PASTO *Brachiaria humidicola* ASOCIADO A UNA LEGUMINOSA Y FERTILIZADO CON FÓSFORO

RESPONSE OF THE GRASS *Brachiaria humidicola* ASSOCIATED TO A LEGUMINOUS AND FERTILIZED WITH PHOSPHORUS

Eduardo D. Bolaños-Aguilar¹, Nohemí Pardo-Aguilar², Luz del C. Lagunes-Espinoza²
¹Campo Experimental Huimanguillo-INIFA ²Campus Tabasco-Colegio de Postgraduados

Resumen

En condiciones de campo se evaluó la asociación de la leguminosa *Arachis pintoi* (Cacahuatillo), con y sin fertilización fosfatada con el pasto *Brachiaria humidicola* (Humidicola). El objetivo fue conocer el efecto que tiene la inclusión de una leguminosa y la fertilización con fósforo en la concentración de proteína del pasto Humidicola. Se estudiaron cuatro tratamientos; Humidicola en monocultivo, Humidicola fertilizado con fósforo (100 kg P₂O₅ ha⁻¹), Humidicola asociado a Cacahuatillo y Humidicola asociado a Cacahuatillo y fertilizado con fósforo. Se evaluó la concentración de proteína en Humidicola, y el rendimiento de materia seca en la asociación. Humidicola incrementó su concentración de proteína (p < 0.05) al asociarse con Cacahuatillo, pasando de 80 g kg⁻¹MS en monocultivo a 100 g kg⁻¹MS al asociarse. Humidicola asociado sin fertilizar y Humidicola fertilizado, registraron mayor concentración de proteína que Humidicola sin fertilizar. Estas diferencias se dieron principalmente en los tres últimos muestreos, en condiciones favorables de humedad y temperatura. El rendimiento de materia seca tuvo menos fluctuaciones con el tiempo en las asociaciones (mayor estabilidad) que en el Humidicola en monocultivo.

Palabras clave: Asociación, leguminosas, *Arachis pintoi*, *Brachiaria humidicola*, proteína

Abstract

In field conditions, the association of the *Arachis pintoi* (Cacahuatillo), with and without phosphate fertilization, and *Brachiaria humidicola* grass (Humidicola) was evaluated. The objective was to know the effect that the inclusion of a legume and the fertilization with phosphorus has on the protein concentration of the Humidicola grass. Four treatments were studied: Humidicola in monoculture, Humidicola fertilized with phosphorus (100 kg P₂O₅ ha⁻¹), Humidicola associated with Cacahuatillo and Humidicola associated with Cacahuatillo and fertilized with phosphorus. The protein concentration in Humidicola, and the dry matter yield in the association were evaluated. Humidicola increased its protein concentration (p < 0.05) when associated with Cacahuatillo, going from 80 g kg⁻¹MS in monoculture to 100 g kg⁻¹MS when associated. Humidicola associated without fertilizing and fertilized Humidicola, recorded higher concentration of protein than Humidicola without fertilizing. These differences occurred mainly in the last three harvest, under favorable conditions of humidity and temperature. The yield of dry matter had less fluctuation with time in the associations (greater stability) than in the Humidicola in monoculture.

Key words: Association, legume, *Arachis pintoi*, *Brachiaria humidicola*, protein

Introducción

Las gramíneas forrajeras tropicales son comúnmente de bajo valor nutritivo, particularmente en proteína. Dependiendo de la época del año, edad de rebrote y especie, la concentración de proteína en los pastos varía de 60 a 140 g kg⁻¹MS, y en algunos casos contienen menos del 60 g kg⁻¹MS (Juárez-Hernández *et al.*, 2004). Esta baja concentración en proteína afecta la productividad animal, por requerir el rumen un mínimo de 70 g kg⁻¹MS de este nutriente para su óptimo funcionamiento (Van Soest, 1984) lo que, aunado a la estacionalidad de producción de forraje, limita la sustentabilidad de la producción animal a través del año (Fulkerson *et al.*, 2007). Una alternativa para aumentar la proteína del forraje, es introduciendo leguminosas forrajeras en la pradera sea en asociación o en bancos de proteína. Además, las asociaciones disminuyen la estacionalidad de producción de materia seca de la pradera durante el año (Prieto *et al.*, 2015). Las leguminosas tienen la facultad de asociarse con bacterias del suelo del género *Rhizobium*, y a través de una relación simbiótica, la bacteria abastece de nitrógeno (N) directamente a la leguminosa e indirectamente a las gramíneas forrajeras adyacentes. Por ello, las leguminosas proporcionan un alimento de alta calidad, por su auto-fertilización con nitrógeno y por presentar una concentración de proteína muy superior al de las gramíneas (Onyeonagu y Eze, 2013; García *et al.*, 2015), y económico por disminuir los costos de producción por concepto de fertilización nitrogenada a la pradera. El pasto Humidicola (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick) es altamente explotado en suelos de baja fertilidad en Tabasco, pero es una especie con una baja concentración de proteína (Juárez y Bolaños-Aguilar 2004; Reyes *et al.*, 2009). Una de las leguminosas que ha mostrado alta adaptación a estos suelos de baja fertilidad y con problemas de disponibilidad de fósforo es la especie *Arachis pintoi* (Cacahuatillo) (García *et al.*, 2015). Esta asociación podría proporcionar una pradera de mayor calidad en estos suelos. En otras latitudes, Souza *et al.* (1999), observaron un incremento en la producción de materia seca de la asociación *Brachiaria brizantha* con *Stylosanthes guianensis*, y un incremento en la concentración de proteína de la asociación al aumentar las dosis de fertilización de fósforo de 0 hasta 200 mg kg⁻¹ de suelo. El objetivo de la presente investigación es evaluar el efecto en la concentración de proteína al asociar una gramínea con una leguminosa con y sin fertilización con fósforo en un suelo ácido de baja fertilidad.

Materiales y Métodos

El sitio experimental se ubicó en el municipio de Huimanguillo, Tabasco, en el Rancho K.A.R.I.G.A. S.P.R. de R.L., ubicado en el Km 18 de la carretera Huimanguillo – Est. Chontalpa con coordenadas de 93° 28' 19.34" LW y 17° 41' 31.59" LN. El suelo presentaba un pH de 4.9, con textura arcillo-arenoso y alto contenido de M.O. El suelo se clasificó como Acrisol Úmbrico Cutánico. Se tuvo una precipitación promedio mensual de: 300 mm de septiembre a enero, 80 mm de febrero a abril y de 110 mm de mayo a junio. La temperatura máxima fue de 30°C en invierno y de 37°C en verano. Se utilizó una pradera de *Brachiaria humidicola* establecida 10 años atrás, donde se formaron parcelas de 2 m de largo x 1.50 m de ancho. Todas las parcelas se cortaron a 5 cm de altura, y para los tratamientos formados por las asociaciones gramínea-leguminosa, la leguminosa (*Arachis pintoi*) conocida como Cacahuatillo, se introdujo, después del corte de la parcela, sembrándola por semilla y a “chorrillo” en dosis de 6 kg ha⁻¹ y a distancias de 30 cm entre hileras. Los tratamientos consistieron en parcelas formadas por la gramínea en monocultivo con y sin fertilización

fosfatada, y por parcelas formadas por la asociación gramínea-leguminosa con y sin fertilización fosfatada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados de una gramínea en monocultivo y en asociación con una leguminosa.

Número	Tratamientos	Abreviaturas
1	Humidicola	H
2	Humidicola + Fertilización	H + F
3	Humidicola + Cacahuatillo	H + C
4	Humidicola + Cacahuatillo + Fertilización	H + C + F

Los cuatro tratamientos tuvieron cuatro repeticiones distribuidos en forma aleatoria dentro del área experimental. Como fuente de fósforo se utilizó superfosfato triple con 46% de P_2O_5 en dosis de 100 kg ha^{-1} (Toledo y Schultze-Kraft, 1982). En día 2 de septiembre 2014 se realizó el corte de uniformidad en las 16 parcelas experimentales. Posteriormente, la toma de datos se realizó cada 35 días, iniciando el 8 de octubre 2014 y finalizando el 13 de julio 2015. La parcela útil se ubicó en el centro de cada parcela y presentaba un área de 2 m^2 ($2 \times 1 \text{ m}$).

El rendimiento de materia seca (RMS) se determinó con el método del cuadrante con área de 1 m^2 ($100 \times 100 \text{ cm}$). De cada parcela se obtenía el peso fresco de la biomasa total, y de esta biomasa se tomaba una submuestra de 200 g, la que fue secada en una estufa de aire forzado, durante 72 h a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ para obtener el peso seco.

La concentración de proteína ($\text{g kg}^{-1} \text{ MS}$) de la asociación gramínea-leguminosa se cuantificó de las muestras secas provenientes de 200 g de MV, que fueron previamente molidas a un tamaño de partícula de 2 mm. El experimento fue analizado como medidas repetidas mediante el uso del procesador MIXED (SAS, 2010). Se compararon los cuatro tratamientos usando una estructura unifactorial de los tratamientos (Correa, 2004), siendo la fecha de cosecha el factor de medida repetida. En el análisis de varianza para cada variable de respuesta, se usó un modelo que incluyera los efectos de: tratamiento, fecha de cosecha y sus interacciones. La aleatorización de los tratamientos fue mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones.

Resultados y Discusión

El pasto *Brachiaria humidicola*, incrementó su concentración de proteína al asociarse con la leguminosa ($p < 0.05$). La concentración promedio de los nueve muestreos varió de $78.53 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ para Humidicola en monocultivo, a $104.54 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ registrado en Humidicola asociado con Cacahuatillo sin fertilizar. El tratamiento H+C+F tuvo $10 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ menos de proteína que el tratamiento H+C, debido tal vez a un mayor desarrollo de tallos del Cacahuatillo. Du *et al.* (2009), registraron un aumento de la proporción de tallos de la biomasa aérea en diferentes leguminosas forrajeras estudiadas, por efecto de la fertilización fosfatada. Al existir un mayor desarrollo de tallos en la leguminosa puede significar una menor relación hoja / biomasa aérea total; sin embargo, en nuestro estudio solo se observó una tendencia no significativa ($p > .05$) a disminuir la relación de hoja en la biomasa aérea total del Cacahuatillo. Al observar la dinámica de variación en la concentración de proteína del pasto Humidicola a través de las diferentes fechas de corte (Figura 1), se registran concentraciones semejantes hasta la sexta cosecha (31 de marzo), a partir de la cual la concentración de proteína en H+C y H+C+F es superior a la registrada en Humidicola en monocultivo con y sin fertilización fosfatada hasta la novena y última cosecha (14 de julio).

Es importante observar que durante el período seco del año la concentración de proteína en Humidicola es superior cuando está asociada a Cacahuatillo, que cuando se encuentra sola en monocultivo, aun cuando en monocultivo esté fertilizado con fósforo.

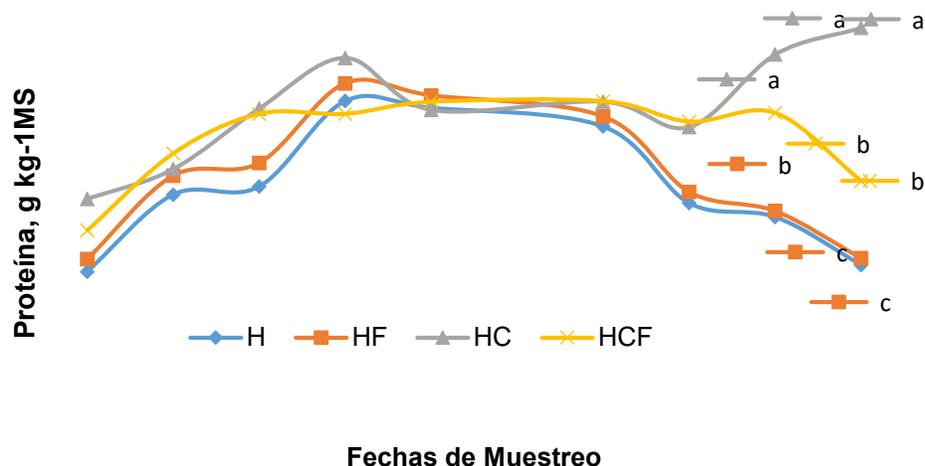


Figura 1. Concentración de proteína en Humidicola de los tratamientos Humidicola en monocultivo (H), Humidicola + Fertilización (HF), Humidicola + Cacahuatillo (HC) y Humidicola + Cacahuatillo + Fertilización (HCF), a los 35 días de rebrote en diferentes fechas de cosecha.

En las tres últimas cosechas se diferencia la concentración de proteína en Humidicola en los diferentes tratamientos, siendo mayor su concentración cuando está asociado con Cacahuatillo con y sin fertilización. En promedio de las tres últimas cosechas, la concentración de proteína en Humidicola es de 114.8 y 94 g kg⁻¹MS para los tratamientos H+C y H+C+F, respectivamente, mientras que para los dos tratamientos de Humidicola en monocultivo (con y sin fertilización) fue menor con un valor de 66.5 g kg⁻¹MS. Lo anterior indica un mayor aprovechamiento del Humidicola del N fijado al suelo por el Cacahuatillo en los últimos muestreos, lo que se traduce en una mayor concentración de proteína en la planta, dado posiblemente por una mayor solubilidad del nitrógeno por el inicio de las lluvias. Es muy importante observar el incremento en concentración de proteína del pasto Humidicola, al estar asociado con Cacahuatillo. Si comparamos entre tratamientos fertilizados y entre tratamientos sin fertilizar, vemos lo siguiente: la concentración promedio en proteína del tratamiento Humidicola + Cacahuatillo sin fertilización presentó 26 g kg⁻¹MS más de proteína que el tratamiento de Humidicola en monocultivo sin fertilizar, y el tratamiento Humidicola + Cacahuatillo fertilizado registró 11 g kg⁻¹MS más de proteína que el Humidicola fertilizado. Este resultado nos indica que las leguminosas forrajeras son un componente importante en las praderas al mejorar en el tiempo la concentración de proteína de la gramínea acompañante.

Se concluye que el pasto *Brachiaria humidicola* al asociarse con *Arachis pintoi* presenta mayor concentración de proteína, que cuando se encuentra en monocultivo, principalmente cuando las condiciones ambientales son favorables en humedad y temperatura. La fertilización fosfatada no modificó la concentración en proteína del pasto Humidicola.

Literatura Citada

- Correa, D.S., R.T. Magalhaes, D.C.B. Siqueira, 2014. Ruminal dry matter and fiber fraction degradability from two stylos cultivars. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 66(4): 1155-1162.
- Du Y.M., J. Tian, H. Liao, C.J. Bai, C.J. Yan, G.G. Liu. 2009. Aluminium tolerance and high phosphorus efficiency helps *Stylosanthes* better adapt to low-P acid soils. *Annals of Botany*. 103: 1239-1247.
- Fulkerson, W.J., J.S. Neal, C.F. Clark, A. Horadagoda, K.S. Nandra, I. Barchia. 2007. Nutrtive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows: Grasses and legumes. *Livestock Science*. 107: 253-264.
- García F.L., A.E.D. Bolaños, J.J. Ramos, A.M. Osorio, E.L.C. Lagunes. 2015. Rendimiento y valor nutritivo de leguminosas forrajeras en dos épocas del año y cuatro edades de rebrote. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 6(4): 453-468.
- Juárez, H.J. y A.E.D. Bolaños. 2004. Contenido de proteína por unidad de materia seca acumulada en pastos tropicales. Pp: 173-174. En: XX Congreso Nacional de Citogenética. Toluca, México, del 20 al 24 de Septiembre.
- Onyeonagu, C.C., S.M. Eze. 2013. Proximate compositions of some forage grasses and legumes as influenced by season of harvest. *Afric. J. of Agric. Res* 2013;8:4033-4037.
- Prieto, I., C. Violle, P. Barre, J.L. Durand, M. Ghesquiere, I. Litrico. 2015. Complementary effects of species and genetic diversity on productivity and stability of sown grasslands. *Nature Plants*. 10: 1038.
- Reyes, P.Q., A.E.D. Bolaños, S.D. Hernández, I.E.M. Aranda, R.F. Izquierdo. 2009. Producción de materia seca y contenido de proteína en 21 genotipos del pasto Humidicola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Universidad y Ciencia*. 25(3): 213-224.
- SAS Institute. User's Guide: Statistics, version 9.3. SAS Inst. Inc., Cary, North Caroline, USA 2010.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant; Comstock Publishing Associates. A division of Cornell University Press. LTTIECA and London.

CALIDAD FISICOQUÍMICA DE LEGUMINOSAS Y ARBUSTIVAS, ESTABLECIDOS COMO MATERIAL GENÉTICO, EN SUELO LITOSOL, EN ÉPOCA DE LLUVIA, EN YUCATÁN MEXICO

PHYSICOCHEMICAL QUALITY OF LEGUMINOUS AND ARBUSTIVES, ESTABLISHED AS GENETIC MATERIAL, IN SOIL LITOSOL, IN THE SEASON OF RAIN, IN YUCATAN MEXICO

María A. López^{1*}, Javier E. Castillo¹ y Rosendo A. Alcaraz¹

¹Campo Experimental Mocoehá CIR SURESTE-INIFAP lopez.aurelia@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la composición química de arbustivas y leguminosas establecidos como material genético, en suelo litosol en época de lluvia. Las especies forrajeras evaluadas fueron siete: Cuatro de la familia Leguminosae, uno de la Moringaceae, uno de la Esterculiaceae y uno de la Euphorbiaceae. Las evaluaciones se realizaron en cortes de cada 42 días en la época lluvia. Para determinar la composición química, se tomaron muestras de 500 g de cada una, que se pesaron antes y después de colocarlas en una estufa a 60° C durante 48 horas para determinar la materia seca (MS); las muestras se molieron con un molino tipo Willey con criba de 1mm. Se les determinó la MS, cenizas (Cen), Materia Orgánica(MO), proteína cruda (PC) y fibra neutro detergente (FND. Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey. En todas las variables evaluadas existieron diferencias ($P < 0.05$) entre cultivos, con promedios para PC de 24.4 hasta 14.8 %; para FND de 47.1-25.5 %; para Cen 8.5- 11.2% y para MO promedios de 88.7- 91.5%. Las características fisicoquímicas obtenidas en estas especies les da valor como RGF como fuente de diversificación para la generación de nuevos productos y/o servicios agropecuarios y son fuente de proteínas para ser utilizadas en la ganadería tropical de carne y leche.

Palabras clave: Calidad fisicoquímica, arbustivas, leguminosas

Introducción

Los Recursos Genéticos Forrajeros (RGF), son el germoplasma o material genético con valor real o potencial de los forrajes. Los RGF nativos constituyen una importante fuente de diversificación para la generación de nuevos productos y/o servicios agropecuarios (Campos y Seguel, 2000). En el ámbito nacional, los RGF contribuyen con el 98% de la leche y el 43% de la carne, por lo que es una prioridad preservar la biodiversidad y aprovechar los recursos naturales de los que aun disponemos. La recolecta, conservación y evaluación de germoplasma promisorio, es una estrategia que han implementado países como Australia, Colombia, Francia y Brasil, entre otros, como una estrategia para desarrollar sistemas agropecuarios sustentables; sin embargo, en México, es una actividad rezagada por muchos años. Con un programa de recolección y caracterización de RGF nativos, es posible evitar la pérdida de especies con potencial forrajero y establecer las bases para la selección, registro y liberación de las especies con potencial, para su uso en sistemas sustentables de producción de carne y leche en las diferentes regiones agroecológicas de México.

Además, el análisis químico del follaje permite conocer su composición y proporciona información básica para la selección del material para su propagación y para su manejo en los sistemas de alimentación de los animales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad fisicoquímica de leguminosas y arbustivas en la época de lluvias, cultivados en suelo litosol.

Material y Métodos

El experimento se realizó en el Sitio Experimental de Tizimín (INIFAP), ubicado en el Km 14 carretera Tizimín – Colonia Yucatán, del municipio de Tizimín, Yucatán, México; a los 21° 09' 29'' latitud norte y 88° 10' 21'' longitud oeste y altitud de 14 msnm. La zona presenta un clima Aw1, según la clasificación de Köppen con precipitación promedio anual de 1200 mm, concentrándose de junio a octubre el 75 % de las precipitaciones. La temperatura media anual es de 27 °C, siendo el mes de mayo el más caluroso (máximas de 39 °C y mínimas de 21.5 °C) y el mes más frío es diciembre (máxima de 28.5 °C y una mínima de 17.3 °C). La humedad relativa varía de 68.5 % en el mes de abril a 86.3 %, en el mes de septiembre. El suelo predominante es Litosol (Chich'luum –nomenclatura maya-) con fertilidad media con 1.5-1.9 % de carbono orgánico y pH de 6.7 a 7.3, poco profundo con áreas rocosas y relativamente poco fértil. De característica arbórea y forman parte del bosque tropical caducifolio. Las especies de leguminosas evaluadas fueron:); *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. (Leguminosae); *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt (Leguminosae); *Leucaena leucocephala* (peruana) (leguminosae); *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. (Leguminosae); *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae); *Guazuma ulmifolia* Lam. (Esterculiaceae) y *Acalypha villosa* (Euphorbiaceae). Los muestreos se realizaron con cuatro repeticiones cada 42 días en la época de lluvia. Para determinar la composición química de las especies, se tomó una muestra por parcela de aproximadamente 500 g, que fueron pesadas antes y después de colocarlas en una estufa con circulación de aire forzado a 60° C durante 48 horas. Aunado a lo anterior, las muestras se sometieron a molido con un molino tipo Willey con criba de 1mm. Posteriormente se realizaron las determinaciones de Materia seca (MS), cenizas (Cen), materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC), siguiendo los métodos oficiales de la AOAC (2005). Las fracciones de fibra neutro detergente (FND) se realizaron con el método de digestión con detergente neutro con filtración subsecuente (Van Soest *et al.*, 1996). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($P < 0.05$), mediante el paquete estadístico SAS (SAS, 2009).

Resultados y Discusión

En la Figura 1, se observa la PC de los siete cultivos de especies leguminosas y arbustivas forrajeras estudiadas. De acuerdo a los resultados, existieron diferencias ($P < 0.05$) entre especies. Se destaca los mayores porcentajes de PC para *M. oleifera*, *L. leucocephala* (L.), *L. leucocephala* peruana y *G. sepium*, con valores que van de 24.4 a 20.2% de PC; de manera descendente le siguieron *A villosa*, *G. ulmifolia* y *P piscipula* con valores promedios de 17.8, 15.4 y 14.8% de PC respectivamente. A diferencia de lo encontrado en el presente estudio en la *M. oleifera* y tres leguminosas, Clavero (2011), encontró resultados superiores en *L. leucocephala* (L.) con 30.4% y para *G. sepium* 24.3% de PC; para *P. piscipula*, *A. villosa* y *G. ulmifolia*, López *et al.* (2008), reportaron valores más bajos (12.7%, 16.2 y 13.8% de PC respectivamente).

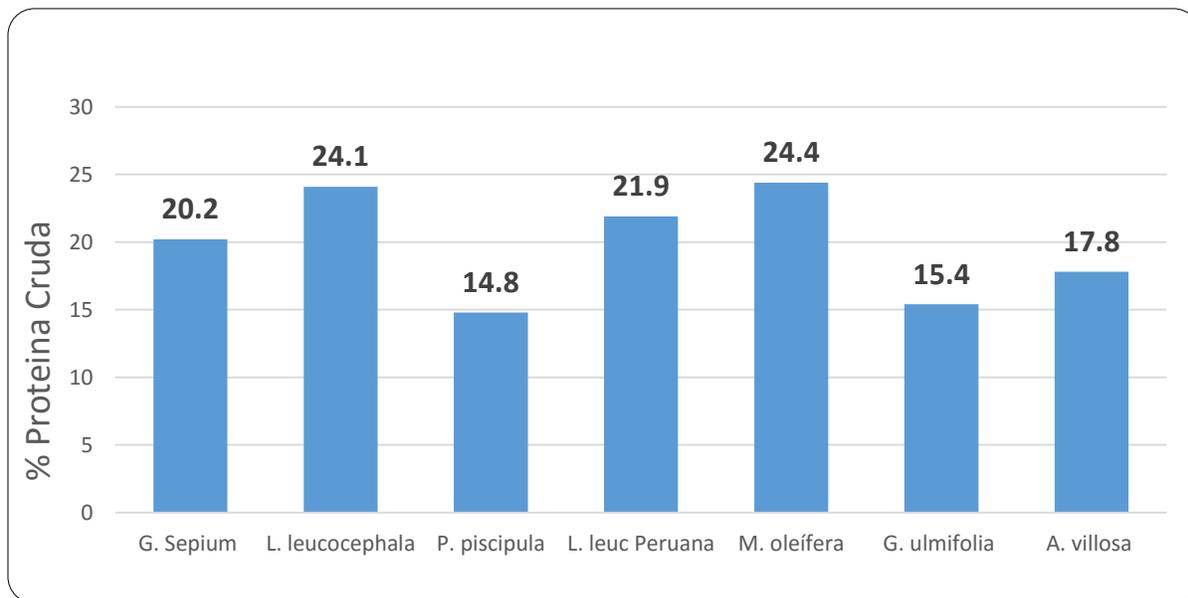


Figura 1. Proteína cruda de leguminosas y arbustivas en suelo litosol en la época de lluvia.

En el Cuadro 1, se observa los porcentajes de FND, Cen y MO de los siete cultivos. En los tres componentes se observaron diferencias ($P < 0.05$). Respecto a la FND, el valor más bajo se observó para *A. villosa* (25.5%), seguido de *L. leucocephala* peruana, *M. oleífera*, *L. leucocephala* (L.), y *G. ulmifolia* (31.1-37.2%); por último con los valores más altos están los de *G. sepium* y *P. piscipula* (45.5 y 47.1% respectivamente). Relacionado a Cen, se obtuvieron para *A. villosa*, *L. leucocephala* peruana, *P. piscipula* y *L. leucocephala* (L.), valores de 8.5-9.3% de Cen y para *G. ulmifolia*, *G. sepium* y *M. oleífera* de 9.6-11.2% de Cen. Sin embargo, a pesar de las diferencias encontradas en las especies, el rango encontrado en éstas, se encuentran muy por debajo de las que López *et al.* (2017) reportan en 15 gramíneas en la época de lluvia (FND, 58.7-71.4%; Cen, 8.5-12.5%; MO, 87.5-91.5%), la superioridad en el contenido de PC y bajos valores de FND, demuestran el gran potencial de las especies estudiadas, ya que pueden utilizarse como fuentes de proteína aportando nitrógeno al rumen para aumentar y favorecer el crecimiento microbiano para la síntesis microbiana, por lo tanto, mayor digestibilidad mejorando el consumo y la producción animal (Van Soest, 1996)

Cuadro 1. Composición química de leguminosas y arbustivas en suelo litosol en le época de lluvia.

Cultivo	FND	Cen	MO
<i>G. Sepium</i>	45.5 ^a ±5.2	9.6 ^{ab} ±0.39	90.41 ^{bc} ±0.39
<i>L. leucocephala</i>	33.9 ^b ±5.2	9.3 ^{bc} ±0.39	90.65 ^{ab} ±0.39
<i>P. piscipula</i> (L.) Sarg.	47.1 ^a ±5.2	9.2 ^c ±0.39	90.79 ^a ±0.39
<i>L. leucocephala</i> Peruana	33.1 ^b ±5.2	8.9 ^c ±0.39	91.02 ^a ±0.39
<i>M. oleífera</i> Lam	33.3 ^b ±5.2	11.2 ^a ±0.39	88.72 ^c ±0.39
<i>G. ulmifolia</i>	37.2 ^b ±5.2	10.9 ^{ab} ±0.39	89.01 ^{bc} ±0.39
<i>A. villosa</i>	25.5 ^c ±5.2	8.5 ^c ±0.39	91.49 ^a ±0.39

^{abc} literales distintas por columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Conclusiones

De acuerdo a los porcentajes obtenidos de los componentes evaluados, las siete especies pueden ser aptas para su utilización en la alimentación de rumiantes en el trópico, tanto como complemento en el pastoreo de gramíneas, así como en la elaboración de mezclas forrajeras.

Fuente financiera

El presente estudio fue financiado parcialmente con recursos del proyecto “Vitrina tecnológica de especies forrajeras como alternativa alimenticia para la ganadería del oriente de Yucatán” y forma parte de los productos del proyecto Fiscal “Banco de germoplasma de especies forrajeras en Yucatán”.

Literatura Citada

- AOAC. 2005. Oficial Methods of Analysis. 18th ed. AOAC International Gaithersburg. MD, EEUU. Consulta junio de 2016. Disponible en www.aoac.org.
- Clavero T. 2011. Agroforestería en la alimentación de rumiantes en América Tropical. Revista de la Universidad del Zulia. Ciencias del Agro, Ingeniería y Tecnología 2: 11-35
- López HM, Rivera LJ; Ortega RL; Escobedo MJ; Magaña MM; Sanginés GJ y Sierra VÁ. 2008. Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. Técnica Pecuaria en México, Vol. 46, núm. 2, abril- junio, pp. 205-215.
- López HM, Castillo HJ y Alcaraz R R. 2017. Composición química de pastos tropicales en suelo litosol en dos épocas en Yucatán México. Simposio SOMMAP 2017. UACH. Chihuahua, Chih.
- SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT 9.2 User’s Guide, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Van Soest, P. J. 1996. Nutritional ecology of the ruminant. 2aEd. Cornell University Press. Ithaca U S A. pp 476.

CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LEGUMINOSAS Y ARBUSTIVAS FORRAJERAS TROPICALES EN LAS ÉPOCAS DE LLUVIAS, NORTES Y SECA EN YUCATÁN

PRODUCTION CHARACTERISTICS OF LEGUMINOSAS AND SHRUBBY TROPICAL FORAGE DURING THE RAINY, WINDY AND DRY IN YUCATAN

Javier E. Castillo^{1*}, Rosendo A. Alcaraz¹ y María A. López¹

¹C.E. Mocochoá-INIFAP, ¹ Campo Experimental Mocochoá Km. 25.5 Antigua Carretera Mérida-Motul, Mocochoá, Yucatán, México. C.P. 97454. Tel: 01800-088-22-22.

Resumen

El objetivo fue evaluar los componentes agronómicos y productivos de leguminosas y arbustivas forrajeras en las épocas de lluvias, nortes y seca en el oriente del Estado de Yucatán. Las especies de leguminosas y arbustivas evaluadas fueron: T1) *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae); T2) *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae); T3) *Acalypha villosa* (Euphorbiaceae); T4) *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. (Leguminosae); T5) *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt (nativa) (Leguminosae); T6) *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. (Leguminosae); T7) *Guazuma ulmifolia* Lam. (Esterculiaceae) y T8) *Leucaena leucocephala* (peruana) (leguminosae). Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Los datos se analizaron con Análisis de Varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($P < 0.05$). Las variables fueron: altura de planta (cm), materia seca (%), hoja (%), tallo (%) y rendimiento de forraje comestible (kg MS ha⁻¹). Destacan las leguminosas *Leucaena leucocephala* (Lam.) (nativa) y *Gliricidia sepium* (Jacq.) con incremento de rendimiento de forraje de 172.9, 221.5 y 138.9 % para las épocas de lluvias, seca y nortes, respecto a las demás especies leguminosas y arbustivas evaluadas con medias de 4 940, 1465 y 737 kg MS ha⁻¹ para las mismas épocas. Las leguminosas *Leucaena leucocephala* (Lam.) (nativa) y *Gliricidia sepium* (Jacq.), en las épocas de lluvias y seca y nortes presentan características sobresalientes de adaptación y productividad para contribuir a la alimentación de complemento de los animales en pastoreo de zacates en monocultivo, así como en la elaboración de mezclas forrajeras en la zona Oriente del Estado de Yucatán.

Palabras clave: Especies, leguminosas, arbustivas, forrajeras, *Leucaena*, *Gliricidia*.

Introducción

Los recursos genéticos nativos forrajeros (RGF) constituyen una importante fuente de diversificación para la generación de nuevas opciones forrajeras. Sin embargo, las plantas forrajeras nativas que históricamente han sido consumidas por el ganado en pastoreo, se están perdiendo de manera paulatina debido al desconocimiento de su presencia e importancia en las áreas de pastoreo, así como a la falta de propuestas integrales para su conocimiento, manejo y explotación sustentable en los ecosistemas naturales (Gold *et al.*, 2004). Así mismo los ecosistemas naturales en México sufren una continua degradación a consecuencia de una intensa intervención del hombre, acelerada en los últimos años por el avance de la agricultura en tierras dedicadas a la ganadería, acelerando los procesos de erosión del suelo, la pérdida de especies

vegetales autóctonas y final ente la desertificación de tierras en las diferentes regiones fisiográficas. (Villanueva *et al.*, 2010).

En el estado de Yucatán existen alrededor de 500 mil hectáreas de praderas introducidas, de ellas depende la mayoría de la alimentación de la ganadería nivel regional, ya que son la fuente alimenticia más económica tanto para ganado domestico como para la fauna silvestre. Sin embargo la mayoría de las praderas en el estado están compuestas básicamente por guinea o estrella de África y en menor escala por Insurgente o Llanero. Además, el uso de otras especies forrajeras nativas (i.e. leguminosas, arbustivas y herbáceas) por los ganaderos para alimentar el ganado es incipiente, en parte debido al desconocimiento de esos forrajes y/o manejo agronómico en los sistemas silvopastoriles. Aun cuando se sabe que las leguminosas han sido tradicionalmente usadas para forraje, fijan nitrógeno, control de erosión, agroforestería y abonos verdes, pero también contienen sustancias importantes como taninos y resinas que son utilizadas para, colorantes, perfumes, insecticidas y biocombustibles.

Los recursos forrajeros nativos presentes en los ecosistemas naturales se han estado perdiendo, principalmente por un manejo inadecuado de los recursos nativos e introducción de especies exóticas y la ausencia de propuestas integrales de investigación y manejo que eviten o disminuyan la erosión genética de que están siendo objeto y que a la vez, contribuyan al rescate, conservación y mejoramiento de estos importantes recursos forrajeros nativos (Villanueva., *et al* 2010). Por lo anterior es importante enfocar esfuerzos y recursos para implementar programas dirigidos a la recuperación y utilizacikón de vegetación natgiva de forrajes en el Estado de Yucatán.

El objetivo del presente trabajo fue y evaluar los componentes agronómicos y productivos de especies forrajeras de leguminosas y arbustivas en las épocas de lluvias, nortes y seca en el oriente del Estado de Yucatán.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Sitio Experimental Tizimín-Yucatán, INIFAP con Clima tropical Aw0, precipitación y temperatura media anual de 1200 mm y 25.6° C, respectivamente. Las especies de leguminosas y arbustivas evaluadas fueron: T1) *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae); T2) *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae); T3) *Acalypha villosa* (Euphorbiaceae); T4) *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. (Leguminosae); T5) *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt (nativa) (Leguminosae); T6) *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. (Leguminosae); T7) *Guazuma ulmifolia* Lam. (Esterculiaceae) y T8) *Leucaena leucocephala* (peruana) (leguminosae) en tres épocas épocas en 2016; seca (9 de marzo al 4 de julio), lluvia (1 de julio a 4 de noviembre) y nortes (4 denoviembre al 4 de enero de 2017). Establecidos de septiembre a febrero de 2016, con corte de homogenización el 9 de marzo de 2016. Las parcelas fueron de 8 m², y área útil al centro de 1.2m². Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde las parcelas grandes fueron las especies forrajeras y las subparcelas, a través de épocas, contaron con tres repeticiones. Los datos generados, fueron analizados mediante un Análisis de Varianza con el paquete estadístico SAS (2009) y una prueba de comparación de medias de Tukey (P< 0.05).

Las variables de respuesta fueron: altura promedio de planta (cm), materia seca (%), hoja (%), tallo (%) y rendimiento de materia seca comestible (kg MS ha⁻¹).

Resultados y Discusión

El comportamiento agronómico y productivo de las diferentes especies forrajeras por efecto de las épocas del año, se presenta en los cuadros 1, 2, 3, 4 y 5. Los resultados indican que hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre especies (Cuadro 1) y épocas (Cuadro 2) para las variables porcentaje de hoja y tallo, así como efecto de interacción para especies y épocas (Cuadros 3, 4 y 5) para altura, porcentaje de materia seca y producción de forraje comestible (kg MS ha^{-1}), respectivamente.

En la comparación entre especies forrajeras el (Cuadro 1), el *Piscidia piscipula*, *Gliricidia sepium*, *Acalypha villosa*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* (Lam.) presentaron los mayores porcentajes de hoja (61.8) en promedio y las arbustivas *Moringa oleifera* y *Manihot esculenta* y *Leucaena leucocephala* (peruana) los menores porcentajes de hoja con 47.1 en promedio. En porcentaje de tallo, sobresalen con mayores valores las especies *Moringa oleifera*, *Manihot esculenta* y *Leucaena leucocephala* (peruana) con promedio de 52.90 % y los de menor porcentaje de Tallo correspondió a las especies *Piscidia piscipula*, *Gliricidia sepim*, *Guazuma ulmifolia*, *Acalypha villosa* y *Leucaena leucocephala* (Lam) con valores (38.17) en promedio. Similar comportamiento encontró Ramos *et al.* (2015), en frecuencias de corte de 45, 60 y 75 días en porcentaje de hoja y tallo en *Gliricidia sepim*, con valores de hoja (69.44, 66.39 y 68.70), respecto al porcentaje de tallo (30.56, 33.61 y 31.29), respectivamente.

Cuadro 1. Efecto de diferentes especies de leguminosas y arbustivas forrajeras a tres épocas del año sobre el porcentaje de hoja y tallo en Tizimín, Yucatán, México.

Especies forrajeras	N	Hoja (%)	Tallo (%)
1. <i>Moringa oleifera</i>	8	40.03±2.97c	59.97±2.97a
2. <i>Manihot esculenta</i>	8	48.53±2.97bc	51.47±2.97ab
3. <i>Acalypha villosa</i>	8	61.01±2.97ab	38.99±2.97bc
4. <i>Piscidia piscipula</i>	8	68.42±2.97a	31.58±2.97c
5. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)	8	57.63±2.97ab	42.37±2.97bc
6. <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)	8	61.38±2.97ab	38.62±2.97bc
7. <i>Guazuma ulmifolia</i>	8	60.62±2.97ab	39.38±2.97bc
8. <i>Leucaena leucocephala</i> (peruana)	8	52.73±2.97bc	47.27±2.97ab

Literales diferentes en la misma columna, indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

Con respecto a los efectos por influencia de época del año sobre las características productivas (Cuadro 2) se destaca un incremento en la época de nortes para porcentaje de hoja (65.88), respecto a las épocas de lluvias y nortes, con promedios de 51.50 %. En porcentaje de tallo destaca las épocas de lluvias con 48.50 %, respecta a la época de nortes con 34.12

Cuadro 2. Efecto de época del año de diferentes especies de leguminosas y arbustivas forrajeras sobre el porcentaje de hoja y tallo en Tizimín, Yucatán, México.

Época del año	N	Hoja (%)	Tallo (%)
Lluvias	24	49.33±1.82b	50.67±1.82a
Nortes	24	65.88±1.82a	34.12±1.82b
Seca	24	53.67±1.82b	46.33±1.82a

Literales diferentes en la misma columna, indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

Respecto al efecto de la interacción especies forrajeras x época del año (Cuadro 3) se destaca la mayor altura (cm) en época de lluvias con valor de 189.9 para *Manihot esculenta* y continua de

mayor a menor las arbustivas *Moringa oleifera*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* (peruana y nativa), *Gliricidia* y *sepium* y *Acalypha villosa* con promedio de 146.8 cm y el de menor altura la *Piscidia piscipula*. En la época de nortes, la mayor altura fue para las especies *Leucaena leucocephala* (peruana y nativa) con valores de 131 y 112 cm, respectivamente y la de menor altura la *Acalypha villosa*. Para la época seca las mayores alturas se encontró en las leguminosas *Leucaena leucocephala* (peruana y nativa) y *Gliricidia sepium* (Jacq.) y la arbustiva *Guazuma ulmifolia* con 143.8 cm en promedio y la de menor altura continua siendo *Acalypha villosa* al igual que en lá épocas de lluvias y nortes (62.7 cm).

Cuadro 3. Efecto de la interacción de las especies forrajeras y épocas del año sobre la altura en e Tizimín Yucatán, México.

Especies forrajeras	N	LLuvias	Nortes	Seca
1. <i>Moringa oleifera</i>	3	168.8±39.7	99.6±41.1	101.6±81.5
2. <i>Manihot esculenta</i>	3	189.9±4.5	70.3±9.2	92.6±27.4
3. <i>Acalypha villosa</i>	3	114.4±29	58.8±3.8	62.7±3.0
4. <i>Piscidia piscipula</i>	3	80.8±13.8	62.2±6.2	77.3±7.6
5. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) nativa	3	145.0±40.9	112.9±19.2	146.0±18.5
6. <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)	3	138.6±23.6	81.3±3.3	128.8±29.0
7. <i>Guazuma ulmifolia</i>	3	159.2±15.9	97.1±5.6	158.1±3.9
8. <i>Leucaena leucocephala</i> (peruana)	3	154.9±9.2	131.3±37.6	142.3±14.4

Media ± Desviación estándar

El efecto interacción entre especies y épocas (Cuadro 4) para porcentaje de materia seca se encontró el mayor porcentaje en *Acalypha villosa* (47.91) y el menor en *Moringa oleifera* (18.58), con promedio general de 29.72 %. Entre épocas el mayor porcentaje se encontró en la época seca seguido de lluvias y nortes, con valores promedio de 31.32, 30.30 y 27.65 %, respectivamente.

Cuadro 4. Efecto de la interacción de las especies forrajeras y épocas del año sobre el porcentaje de materia seca en e Tizimín Yucatán, México.

Especies forrajeras	N	LLuvias	Nortes	Seca
1. <i>Moringa oleifera</i>	3	23.63±8.56	18.58±6.86	27.48±0.43
2. <i>Manihot esculenta</i>	3	28.63±4.54	31.3±5.7	25.03±1.34
3. <i>Acalypha villosa</i>	3	34.65±8.86	30.5±3.55	47.91±5.04
4. <i>Piscidia piscipula</i>	3	30.82±6.07	28.6±5.03	28.12±1.19
5. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)	3	31.65±1.54	31.59±2.27	33.09±1.44
6. <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)	3	31.35±3.69	20.01±4.3	27.58±1.74
7. <i>Guazuma ulmifolia</i>	3	32.13±4.25	26.47±2.07	26.3±6.35
8. <i>Leucaena leucocephala</i> (peruana)	3	29.51±2.00	34.14±6.85	34.18±2.94

Media ± Desviación estándar

Cuadro 5. Efecto de la interacción de las especies forrajeras y épocas del año sobre la producción de forraje comestible de materia seca en e Tizimín Yucatán, México.

Especies forrajeras	N	LLuvias	Nortes	Seca
1. <i>Moringa oleifera</i>	3	5424±3890	337±485	1172±72
2. <i>Manihot esculenta</i>	3	7149±7455	371±218	1424±1497
3. <i>Acalypha villosa</i>	3	4333±1412	113±35	279±196
4. <i>Piscidia piscipula</i>	3	3102±1588	652±343	1592±1006
5. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) (nativa)	3	13059±4796	2116±1750	4745±2203
6. <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)	3	13910±1862	1406±168	4677±1225
7. <i>Guazuma ulmifolia</i>	3	6240±720	935±203	2445±730
8. <i>Leucaena leucocephala</i> (peruana)	3	3390±2491	2011±1708	1879±1194

Media ± Desviación estándar

Respecto a la interacción especie x época para rendimiento de forraje (Cuadro 5) comestible (kg MS ha⁻¹), destacan las leguminosas *Leucaena leucocephala* (Lam.) (nativa) y *Gliricidia sepium* (Jacq.) con (13059 y 13910), (4745 y 4677) y (2116 y 1406) kg MS ha⁻¹ de forraje comestible, respectivamente para las épocas de lluvias, seca y nortes, con incremento de rendimiento de forraje de 172.9, 221.5 y 138.9 % para las épocas de lluvias, seca y nortes, respecto a las demás especies leguminosas y arbustivas evaluadas con medias de 4 940, 1465 y 737 kg MS ha⁻¹ para las mismas épocas. Rendimientos muy superiores a los reportados por Castillo *et al.* (2013), en *Leucaena leucocephala* en arreglo de siembra 3m y sembrados a 50 cm, con rendimientos de forraje de 1530, 470 y 490 kg MS ha⁻¹ en las épocas de lluvias, seca y nortes, respectivamente.

Conclusiones

Las leguminosas *Leucaena leucocephala* (Lam.) (nativa) y *Gliricidia sepium* (Jacq.), en las épocas de lluvias y seca y nortes presentan características sobresalientes de adaptación y productividad para contribuir a la alimentación de complemento de los animales en pastoreo de zacates en monocultivo, así como en la elaboración de mezclas forrajeras en la zona Oriente del Estado de Yucatán.

Literatura Citada

- Castillo, H. J., Rivas, P. F y Ortega, R. L.2013. Rendimiento estacional y anual de forraje en respuesta a la intersiembra de *Leucaena* en praderas de Guinea. Simposio SOMMAP 2013. Coplos. Texcoco, Texcoco, Estado de México. p. 6-9.
- Gold, K., León L. P y Way, M. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación y restauración ecológica de Investigación Agropecuaria Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62p.
- Ramos, T. O., Canul, S. J y Kú V. J .2015. Efecto de altura y frecuencia de corte sobre la producción forrajera de *Gliricidia* en Yucatán. II Congreso Mundial de Ganadería Tropical. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán. p. 18-22.
- SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT 9.2 User's Guide, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Villanueva, A. J., Herrera, C. F y Plascencia, J. R. 2010. Leguminosas Forrajeras: Un recurso sustentable para el Trópico Mexicano. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Num. 14, ISBN 978-607-425-449-5. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.

**DETERMINACION DE CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL YORIMON
(*Vigna unguiculata* L.) A DIFERENTE DENSIDAD DE SIEMBRA EN BAJA
CALIFORNIA SUR, MEXICO.**

**DETERMINATION OF PRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF YORIMON
(*Vigna unguiculata* L.) TO DIFFERENT SEEDING DENSITY IN
BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO**

Ariel Guillén¹, Sergio Zamora², Ricardo Ortega¹, José L. Espinoza¹, Alejandro Palacios¹.

¹Departamento de Ciencia Animal y Conservación del Hábitat. ²Departamento de Agronomía. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur KM 5.5, Apartado Postal 19-B, CP. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.

Resumen

Se determinó el efecto de la densidad de siembra en las características biométricas del yorimon (*Vigna unguiculata*). El estudio se realizó en el Campo Agrícola de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. Estableciéndose surcos separados 70 cm uno de otro, con 4 tratamientos; 5, 10, 15 y 20 cm de distancia entre plantas, ubicándose de manera aleatoria y utilizando tres surcos por tratamiento con 5 repeticiones. Se aplicó riego por goteo cada 3 días. Midiéndose: Diámetro del tallo (DT, cm), longitud del tallo (LT, cm), número de hojas (NH), número de vainas (NV), peso por planta (PP, g), tallos secundarios (TS) y rendimiento (REND, Ton ha⁻¹). El análisis de las variables fue mediante los procedimientos CORR, STEPWISE y GLM del paquete estadístico SAS 9.1. Los resultados mostraron diferencia significativa (P<0.05) en las variables estimadas. A la distancia de 20 cm se obtuvieron valores elevados en DT, LT, NV, PP y TS. A los 10 cm el NH fue mayor y REND lo fue a los 5 cm. Se presentaron distintas correlaciones entre las variables dependiendo de la distancia entre plantas. Concluyendo que la distancia entre plantas puede ser un indicador de la producción de grano o forraje, el rendimiento es más elevado a menor distancia.

Palabras Clave: *Vigna unguiculata*, yorimón, características biométricas, zonas áridas, densidad de siembra.

Abstract

The effect of seedng density on the productive characteristics of cowpea was determined. Establishing 15 m ditches of length, separated 70 cm from each other, with 4 treatments: 5, 10, 15 and 20 cm of distance between plants, locating in a random manner and being 3 furrows per treatment with 5 replicates. Drip irrigation was applied every 3 days. Measuring: stem diameter (DT, cm), stem length (TL, cm), number of leaves (NH), number of pods (NV), weight per plant (PP, g), secondary stems (TS) and produccion (REND, t ha⁻¹). The correlation between the variables was determined and prediction functions were also determined by CORR, STEPWISE and GLM procedures for 5, 10, 15 and 20 cm distances between plants. A significant difference (P <0.05) was observed in the measured variables. At 20 cm high values in DT, LT, NV, PP and TS they were obtained. At 10 cm it was higher and the REND it went 5 cm. Correlations between different variables studied depending on the distance between plants. Concluding that the distance between plants can be an indicator of the grain or forage to obtain, the yield is higher at a smaller distance.

Keywords: *Vigna unguiculata*, cowpea, biometrics characteristics, arid zone, plant density.

Introducción

La creciente población humana demanda cada vez más alimentos por lo que se han buscado alternativas para disminuir productos ingeridos por los animales y que puedan ser consumidos por los humanos. El yorimon (*Vigna unguiculata*) originario de África e India (Cardona *et al.*, 2013) y que se ha desarrollado satisfactoriamente en muchas partes del mundo siendo estudiada para la alimentación de humanos, pollos, bovinos lecheros, bovinos de carne, cerdos, conejos, etc. (Miquilena e Higuera 2012,) ya que es un cultivo que se adapta a condiciones de baja precipitación, altas temperaturas, baja fertilidad, adaptándose a condiciones de acidez y alcalinidad de los suelos (Vargas *et al.*, 2012). La vegetación se ve influenciada por variados factores, y uno de los que afectan de manera directa es la densidad de población (Alireza y Aliabadi, 2010), la densidad óptima de plantas es un prerequisite para obtener altas producciones de cualquier cultivo (Singh *et al.*, 2011), no obstante la densidad de siembra puede variar dependiendo si el cultivo es para forraje o para grano (Sánchez *et al.*, 2013) y de los factores ambientales que incidan durante el desarrollo del cultivo (Singh *et al.*, 2003).

En algunas especies el incremento de la densidad de plantas ha ocasionado un crecimiento proporcional en el rendimiento (Belalcazar y Espinosa, 2000) aunque puede influir la distancia entre plantas y entre hileras pudiendo ser afectados significativamente el rendimiento de grano o de la biomasa (Bolaños y Claude, 2013), llegando a obtenerse resultados diversos como un aumento sustancial en la producción comercial intensiva de semilla al aumentar la densidad de semilla (Kwapata y Hall, 1990) o bien reducir el rendimiento (Ekpo y Ndaeyo, 2011). Por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la densidad de siembra en las características biométricas de Yorimon (*Vigna unguiculata* L) en Baja California Sur, México.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un invernadero del Campo Agrícola de la Universidad Autónoma de Baja California Sur ubicado en las coordenadas 24 ° 10' LN y 110° 19' LO, a una altitud sobre el nivel del mar de 33 m (DGETENAL, 1980). La clasificación de Köppen modificado por (García, 2004) le corresponde un BW (h') hw (x') que es un clima muy seco cálido con temperatura media anual de 29.6°C, una precipitación media anual de 184.8 mm. El suelo predominante en el área es el migajón arenoso.

Las semillas de yorimon (*Vigna unguiculata* L) fueron cosechadas en el campo de la Universidad. En surcos de 15 m de longitud y separados 70 cm uno de otro, se establecieron 4 tratamientos; 5, 10, 15 y 20 cm de distancia entre plantas, ubicándose de manera aleatoria, con 3 surcos por tratamiento y 5 repeticiones cada uno. Se aplicó riego por goteo cada 3 días de acuerdo a la cantidad de agua observada en el suelo y se realizó un control manual de las malezas. El diámetro del tallo (DT, cm) se obtuvo con un Vernier, la cinta métrica fue usada para determinar la longitud del tallo (LT, cm), el número de hojas (NH), número de vainas (NV) y el número de tallos secundarios (TS) fue por conteo directo, el peso por planta (PP, gr) y rendimiento (REND, Ton/ha) se estimaron utilizando una balanza analítica (marca Ohaus) con una precisión de 0,01 g. Se determinó la correlación entre las variables estudiadas con el fin de determinar la conveniencia de un análisis de varianza multivariado, para ello se utilizó el procedimiento CORR de SAS, así mismo se determinaron las funciones de predicción para las diferentes distancias, utilizando el procedimiento STEPWISE de SAS, con un criterio de entrada de las variables de 0.05. El efecto de la densidad de siembra sobre las características evaluadas se determinó mediante el siguiente modelo lineal:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde: μ es la media general del experimento; y_{ij} representa a las variables de respuesta (diámetro de tallo, longitud de tallo, número de hojas, número de vainas, peso de la planta, tallos secundarios y rendimiento); τ_i es el efecto de la i -ésima densidad de siembra, y ε_{ij} es el error experimental. El modelo se analizó mediante el procedimiento GLM de SAS y la respuesta a la densidad de siembra sobre las variables evaluadas se determinó utilizando polinomios ortogonales. Los análisis fueron realizados utilizando el paquete estadístico SAS 9.1 (SAS, 2004).

Resultados y Discusion

Se observa diferencia significativa ($P < 0.05$) en todas las variables excepto el número de hojas. NV y PP fueron mayores a una distancia de 20 cm, sin embargo, el mayor rendimiento se obtuvo a la distancia de 5 cm. Se obtuvieron las correlaciones entre las variables bajo estudio para cada una de las distancias. Pocas correlaciones significativas fueron observadas entre las variables en cada una de las distancias, pero en todas ellas se presentó una asociación perfecta ($r = 1$) entre las variable PP y REND, asociación que no se presentó cuando se analizó la correlación entre las variables sin importar la distancia. Se presentan las funciones de predicción del rendimiento para las diferentes distancias, así como una función en donde la distancia es considerada como variable predictora, ésta última es la función de predicción con un mayor coeficiente de determinación (0.88). La densidad de siembra sobre DT presentó una tendencia cúbica ($P < 0.0026$). La mayor respuesta para DT se presenta a las distancias de 10 y 20 cm. La LT presentó una tendencia cuadrática ($P < 0.0043$). La longitud disminuyó al incrementarse la distancia de 5 hasta los 15 cm, para incrementarse levemente a la distancia de 20 cm. Sin embargo, la mayor respuesta para LT se presenta a una distancia de 5 cm. La tendencia observada para NH, NV y TS se presenta en la Figura 2. NH presentó una tendencia cúbica ($P < 0.0099$), presentando la mayor respuesta a las distancias de 10 y 20 cm. NV también presentó una tendencia cúbica ($P < .0005$) con un ligero incremento a los 10 cm pero con la mayor respuesta a la distancia de 20 cm. El número de TS presentó una tendencia lineal positiva ($P < 0.0001$), incrementándose su respuesta conforme se incrementó la distancia. El PP presentó una tendencia cúbica ($P < 0.0001$), con un ligero incremento a la distancia de 10 cm, pero presentándose el mayor resultado a la distancia de 20 cm. (Figura 3). El rendimiento presentó una tendencia cuadrática ($P < 0.0001$), alcanzando su menor resultado a la distancia de 15 cm., e incrementándose levemente a los 20 cm. (Figura 4). El mayor rendimiento se presentó a la distancia de 5 cm.

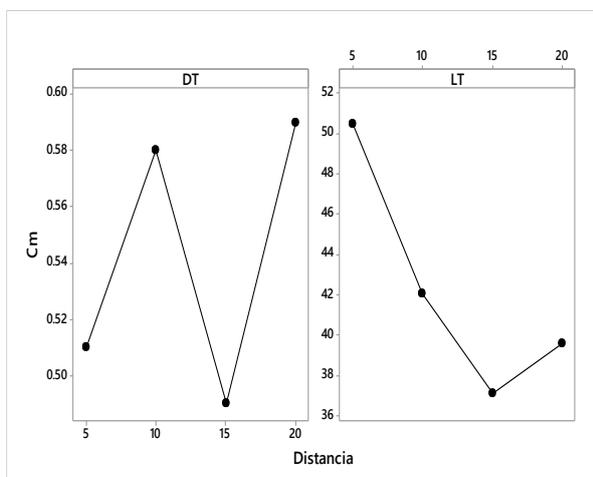


Figura 1. Tendencia del diámetro y la longitud del tallo por distanciamiento

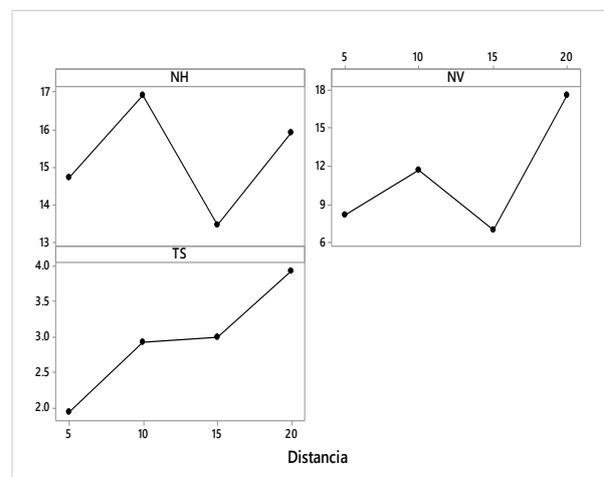


Figura 2. Tendencia del número de hojas, vainas y tallos secundarios por distanciamiento.

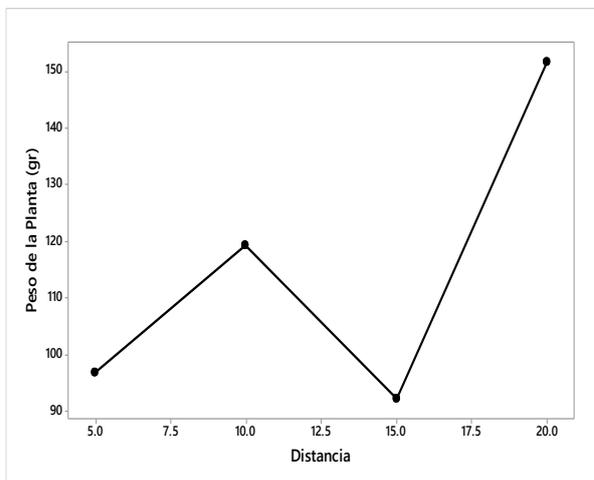


Figura 3. Tendencia del peso de la planta por distanciamiento

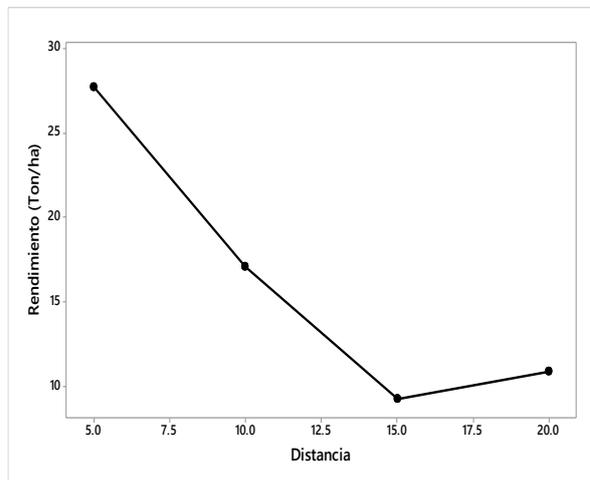


Figura 4. Tendencia del rendimiento por distanciamiento.

La variación morfométrica se da entre y dentro de las poblaciones (Iglesias *et al.*, 2012), por lo que la respuesta de las especies en cuanto a las características morfométricas es diferente dependiendo de las condiciones de estrés a que sean sometidas, ya que generan estrategias de supervivencia que reducen su crecimiento (Melo-Cruz *et al.*, 2012). La producción más alta se alcanzó con las mayores densidades de siembra. En estudios con otras especies se han encontrado diferencias significativas en la altura de la planta, los frutos y el rendimiento como consecuencia de la densidad de plantas. La distancia entre plantas afectó significativamente ($P < 0,01$) las variables número de hojas, peso de raíces, entre otras características evaluadas (Rojas *et al.*, 2007), al igual que en este estudio Suaste-Franco *et al.* (2013) encontraron que la menor distancia entre hileras produjo mayor rendimiento. En algunas características evaluadas, la diferencia significativa se puede deber a que existe una considerable variabilidad genética de estos rasgos dependiendo de los genotipos usados en los estudios (Sánchez-Hernández *et al.*, 2011), los genotipos de *Vigna unguiculata* usados pueden ser los responsables de las diferencias significativas encontradas ya sea en el rendimiento (Ayan *et al.*, 2012) o en la longitud del eje central (Hernández y Valladares, 2012) por otro lado Karamay (2006) encontró diferencias significativas entre las densidades de población probadas, resaltando, como en este trabajo, que la alta densidad produjo un alto rendimiento por hectárea, resultados contrarios en algunas variables fueron hallados por Singh *et al.* (2011) comentando que la producción tiende a disminuir con el incremento en la densidad de plantas.

Conclusiones

Los resultados indican que la distancia entre plantas puede ser un indicador para el tipo de producto a obtener del cultivo de yorimón (grano o forraje), ya que a la distancia recomendada es donde se manifiestan con mejores valores los parámetros evaluados. El rendimiento es más elevado a menor distancia. Las correlaciones entre variables evaluadas cambiaron dependiendo de la distancia entre plantas, aunque un mayor número de correlaciones entre variables fue obtenido al ignorar las distancias entre plantas.

Literatura Citada

- Alireza, V. and F. Aliabadi. 2010. Effects of planting density and pattern on physiological growth indices in maize (*Zea mays* L.) under nitrogenous fertilizer application. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development* 2(3):040-047.
- Ayan, I., H. Mut, U. Basaran, Z. Acar, O. Onal. 2012. Forage potential of cowpea (*Vigna unguiculata* L. WALP). *Turkish Journal of Field Crops* 17(2):135-138.

- Belalcazar, S. and J. Espinosa. 2000. Effect of plant density and nutrient management on plantain yield. *Better Crops International* 14(1):12-15.
- Bolaños, A, and E. Claude. 2013. Efecto de la distancia entre surcos y densidad de siembra en el rendimiento y calidad del forraje de sorgo. *Rev Mex Cienc Pecu* 4(2):161-176
- Cardona-Ayala, C., H. Araméndiz-Tatis, A. Jarma-Orozco. 2013. Variabilidad genética en líneas de frijol caupí (*Vigna unguiculata* l. walp). *Agron.* 21(2): 7 – 18.
- DGETENAL. 1980. Dirección General del Territorio Nacional. Carta Geográfica El Rosario. 1, 50000 F12B33.
- Ekpo, T. and U. Ndaeyo. 2011. Effects of akidi (*Vigna unguiculata sub spp. Sesqui pedalis*) planting density on growth, yields and land use efficiency of akidi/cassava intercrop. *Agric. Biol. J. N. Am.* 2(10): 1355-1361.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen, Serie Libros, número 6, Instituto de Geografía, UNAM, México. 98 p.
- Hernández, G. and S. Valladares. 2012. Evaluación del desarrollo vegetativo de 19 cultivares de frijol (*Vignaunguiculata* (L.) Walp), cultivados en Santa Bárbara, estado Monagas, Venezuela, en época de Norte, 2008. *Revista Científica UDO Agrícola* 12 (3): 522-529.
- Iglesias, L.G., L.Y. Solís-Ramos, H. Viveros-Viveros. 2012. Variación morfométrica en dos poblaciones naturales de *Pinus hartwegii* Lindl. del estado de Veracruz. *OYTON* 81: 239-246
- Karamay, M. 2006. Double Purpose (Forage and Seed) of Mungbean Production.1-Effect of Plant Density and Forage Cutting Date on Forage and Seed Yields of Mungbean (*Vigna radiata* (L.)Wilczek). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 2(4): 162-165.
- Kwapata, M. and A. Hall. 1990. Determinants of cowpea (*Vigna unguiculata*) seed yield at extremely high plant density. *Field Crops Research* 24 (1–2): 23–32.
- Melo-Cruz, O., E. Martínez-Bustamante y G. Correa-Londoño. 2012. Indicadores morfométricos foliares para la detección temprana del estrés hídrico de *Gmelina arborea* Roxb en sistemas agroforestales, Santafé de Antioquia. *Colombia Forestal* 15 (2): 215-226.
- Miquilena, E. and M. Higuera. 2012. Evaluación del contenido de proteína, minerales y perfil de aminoácidos en harinas de *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata* y *Vigna radiata* para su uso en la alimentación humana. *Revista Científica UDO Agrícola* 12 (3): 730-740.
- Rojas, R., W. Gutiérrez, W. Esparza, B. Medina, Y. Villalobos. y L. Morales. 2007. Efecto de la densidad de plantación sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz, bajo las condiciones agroecológicas de la Altiplanicie de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron.* 24 (1): 94-112
- Sánchez, H., M. Aguilar, J. Valenzuela, T. Joaquín, H. Sánchez, y R. Jiménez. 2011. Rendimiento en forraje de maíces del trópico húmedo de México en respuesta a densidades de siembra. *Rev Mex Cienc Pecu* 4(3):271-288.
- SAS. 2004. SAS User's Guide (Release 9.1). Statistics SAS Inst. Inc., Cary. North Caroline, USA.
- Singh, G., H. Sekhon, G. Singh, J. Brar, T. Bains, and S. Shanmugasundaram. 2011. Effect of plant density on the growth and yield of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotypes under different environments in India and Taiwan. *International J. of Agric. Research* 6 (7): 573-583.
- Singh, B., H. Ajeigbea, S. Tarawalib, R. Fernandez, and M. Abubakarb. 2003. Improving the production and utilization of cowpea as food and fodder. *Field Crops Research.* 84 (1–2):169–177.
- Suaste-Franco, M.P., E. Solís-Moya, L. Ledesma-Ramírez, M.L. De la Cruz-González, O.A. Grageda-Cabrera, y A. Báez-Pérez. 2013. Efecto de la densidad y método de siembra en el rendimiento de grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Bajío, México. *Agrociencia*, 47(2), 159-170
- Vargas, A., L. Villamil, P. Murillo, A. Murillo, y D. Solanilla. 2012. Caracterización fisicoquímica y nutricional de la harina de frijol caupí *Vigna unguiculata* l. cultivado en Colombia. *Vitae* 19 (1): 320-321.

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN 12 ECOTIPOS DE *Tripsacum dactyloides* L.

DRY MATTER PRODUCTION FOR TWELVE ECOTYPE OF *Tripsacum dactyloides* L.

Alejandra Pérez Hernández^{1*}, Adrián R. Quero Carrillo¹, José F. Villanueva Ávalos³, José A. S. Escalante Estrada¹, Santiago Garduño Velázquez², Leonor Miranda Jiménez¹, Gabino García de los Santos¹, Daniel Talavera Magaña⁴, Martha Hernández Rodríguez¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, ²Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, ³INIFAP, Santiago Ixcuintla, Nayarit, ⁴Campus SLP, Colegio de Postgraduados

Resumen

Tripsacum dactyloides L., es una gramínea, perenne, tropical, nativa de México. El objetivo fue conocer el rendimiento de materia seca, en doce ecotipos nativos de México. Se usaron macetas plásticas tipo bolsa de 50 x 50 cm; las cuales, se llenaron con sustrato en proporción: 2:1:1 tezontle, estiércol y suelo local, respectivamente. Un total de 96 macetas se llenaron de sustrato y se trasplantaron plantas individuales en cada una. La evaluación se llevó a cabo dos meses después del trasplante; para ello, se dio corte de uniformización a 25 cm del suelo y se dejaron crecer las plantas hasta que llegaron a una altura de dosel vegetal a 85 cm; una vez que alcanzaron esta altura, se cortaron 48 macetas a 25 cm y 48 macetas a 35 cm de forraje remanente. Las muestras de forraje cosechado se separaron por componente morfológico. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento de forraje remanente. El ecotipo P90, rindió más de 1100 g m⁻² año de hoja y más de 1300 g m⁻² año de componentes morfológicos, para las dos alturas de forraje remanente, mientras que el número de tallos se mantuvo de 40 a 80 tallos m⁻² al finalizar el año de evaluación.

Palabras clave: *Tripsacum*, hoja, rendimiento, forraje, tallos, ecotipos, nativos.

Abstract

Tripsacum dactyloides L., is a tropical perennial grass, native to Mexico. The objective was define dry matter yield for twelve native ecotypes, 50 x 50 cm plastic bags were used as pots, filled with substrate in proportion: 2: 1: 1 tezontle, manure and local soil, respectively. A total 96 pots were prepared and individual plant transplanted within each. The evaluation was carried out two months after transplanting and following a uniformity cut to 25 cm from soil level, and plants were allowed to grow until they reached a height of vegetable canopy at 85 cm, once they reached this height, 48 pots were cut to 25 cm and 48 pots were cut to 35 cm of remaining forage. Samples of harvested forage were separated by morphological components. The experimental design was completely randomized with four repetitions per treatment of remaining forage. The ecotype P90, yielded more than 1100 g m⁻² year of leaf and more than 1300 g m⁻² year of morphological components, for the two remaining forage heights.

Keywords: *Tripsacum*, leaf, yield, forage, stems, ecotypes, natives.

Introducción

Tripsacum es un género de 16 especies, nativo de regiones tropicales de América y se distribuye desde el noreste de Estados Unidos hasta Paraguay (Gould y Shaw, 1992). Las plantas de *Tripsacum dactyloides* son de porte alto, forman grandes macollos, perennes, cañas fuertes y gruesas en la base y por lo general, con limbos planos y anchos. En Estados Unidos esta especie se maneja en pastoreo; el cual, inicia cuando la planta alcanza 45-60 cm de altura, con un periodo de descanso de tres meses por año y así se asegura la producción de semilla; sin embargo, sus plantas son de porte pequeño o inferior a un metro y un balance adecuado entre calidad y cantidad de forraje se obtiene cuando el pasto es cosechado a una altura de rastrojo de 15 o 20 cm durante la etapa de crecimiento (Guillen, 2001; USDA-NRCS, 2012). Como parte del manejo, las praderas se pueden quemar cada año para eliminar forraje residual, debido a que está senescente y baja su calidad, controlar malezas leñosas y reducir enfermedades foliares (Cook *et al.*, 2005).

Tripsacum dactyloides es muy apetecido por el ganado y por esta condición, es una de las primeras especies en ser eliminada bajo pastoreo continuo; después del pastoreo, el rebrote crece 3 cm d⁻¹, es suculento, nutritivo y altamente preferido por el ganado en comparación al forraje maduro, lo que ocasiona defoliaciones continuas que pueden resultar en deterioro de la pradera (Dewald *et al.*, 2009; Villanueva *et al.*, 2013). En el estado de Nayarit se han realizado recolectas de esta especie y se han encontrado de porte pequeño(-100 cm), mediano(+100 cm) y grande(+200 cm); sin embargo, en esta evaluación se están usando especies de porte mediano, por ello puede ser necesario dejar mayor altura de forraje remanente; por lo anterior, el objetivo fue conocer la acumulación de materia seca y su respuesta en crecimiento y componentes de éste, cuando la planta alcanza 85 cm de altura a dos alturas de forraje remanente (25 y 35 cm); lo anterior, en doce ecotipos nativos, bajo condiciones de invernadero.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en invernadero en el Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Texcoco, Estado de México. El material genético consistió en doce ecotipos mexicanos: P1, P13, P15, P21, P24, P36, P40, P81, P84, P89, P90 y P95). Las plantas se generaron mediante división de material vegetal, de un macollo. Las plantas recibieron un tiempo de establecimiento de dos meses. Plantas individuales se sembraron en maceta plástica de 50 x 50 cm, con sustrato en proporción: 2:1:1 tezontle, estiércol y tierra respectivamente. Se establecieron 96 macetas bajo un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento y dos alturas de forraje remanente: 25 y 35 cm. Antes de iniciar la evaluación se dio un corte de homogenización a 35 cm del suelo y se dejó crecer la planta hasta que alcanzó una altura de dosel vegetal a 85 cm (24 de mayo de 2017) y se establecieron las dos alturas de forraje remanente, cortando 48 macetas a 25 cm y 48 a 35 cm del suelo; posteriormente, cada vez que llegaban a 85 cm de altura, se procedía al corte por cada tratamiento y repetición. Para cada corte, el forraje se separó por componente morfológico: hoja, tallo, inflorescencia y material muerto. Las láminas foliares se llevaron a integrador de área foliar, modelo LI-CORD 3100 para determinar el área que ocupan por m². Posteriormente, se llevaron a estufa de flujo de aire, durante tres días, a 70 °C; una vez pasado este periodo, se sacó y registró peso seco. Se realizó transformación de la información a densidad de cinco macetas por metro cuadrado (50,000 plantas por hectárea); de esta forma, se registró y reportó el rendimiento en g MS m⁻², que se acumuló durante un año. Los tallos se contabilizaron a inicios de cada mes y se reportó lo de cinco macetas por metro cuadrado. A las variables en estudio se les aplicó un análisis de varianza, con un diseño factorial de 12 (ecotipos)*2 (forraje remanente),

las que mostraron diferencias significativas, comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$); lo anterior, mediante el paquete para análisis estadístico InfoStat (Di *et al.*, 2008).

Resultados y Discusión

En ambos tratamientos de forraje remanente (Fig. 1; 25 y 35 cm), del primer conteo en el mes de junio no fue superior a 40 tallos m^{-2} y durante un año al menos diez ecotipos mantuvieron su número de tallos no superior a 80 tallos m^{-2} . El ecotipo P15 a 25 cm de forraje remanente, presentó un mayor número de tallos m^{-2} en el mes de mayo con 160, sin embargo, al dejar 35 cm de forraje remanente presenta un comportamiento similar al ecotipo P36, que presentó el mayor número de tallos m^{-2} con 85. El ecotipo P89 presentó 13 tallos m^{-2} , siendo el inferior para el tratamiento de forraje remanente 35 cm. Pérez *et al.* (2018), al evaluar un ecotipo del Estado de Hidalgo, reporta 600 tallos m^{-2} al cortar a 25 cm de forraje remanente, y al disminuir la altura de forraje remanente a 15 cm, estos aumentaron a 927 tallos m^{-2} , es importante mencionar que este ecotipo es de porte bajo o inferior de un metro de altura.

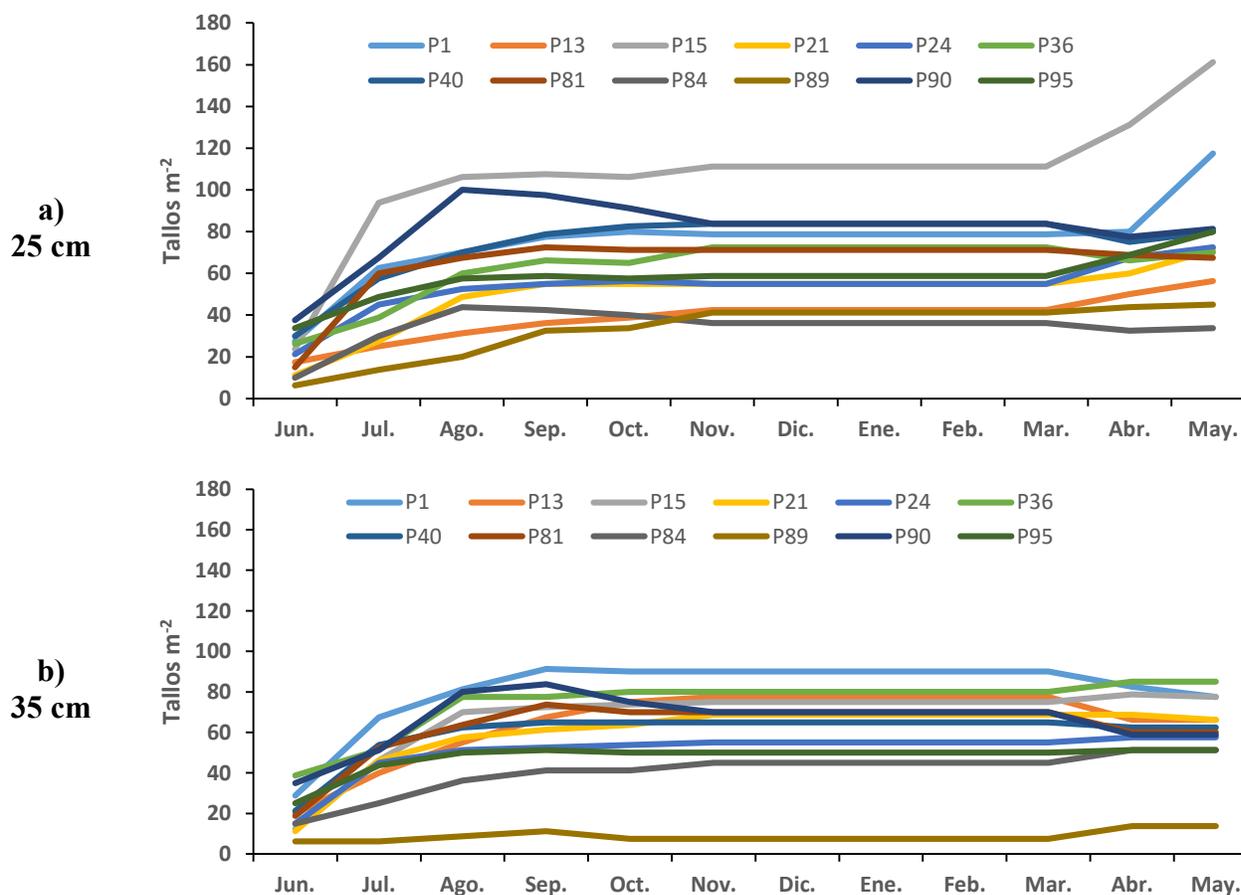


Figura 1. Aparición de tallos, en doce ecotipos nativos de *Tripsacum dactyloides*.

Debido a una destacada morfología forrajera, *Tripsacum* es un género que presenta mayor acumulación de hoja en relación a otros componentes morfológicos (Cuadro 1). En el componente morfológico hoja, el ecotipo P90 sobresale al acumular 1100 $g m^{-2}$ año, al cortar a 25 y 35 cm de forraje remanente; sin embargo este ecotipo no mostró dosel con la mayor área foliar y esto se debe

a que la hoja debe ser más gruesa a comparación del ecotipo P1 (esto se puede realizar con el área de una hoja fresca dividida por su peso seco, este es un parámetro de calidad), que se cortó a forraje remanente de 35 cm; por otra parte, para acumulación de tallo, el ecotipo que produjo más de 110 g m⁻² año, en ambas alturas de forraje remanente fue P1.

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca por metro cuadrado, acumulada en un año.

Trat	Ecotipo	Hoja	Tallo	Flor	MM	Compontes	Área foliar
							gramos m ⁻² (g m ⁻²)
35 cm	P1	802.5 bcd	137.5 a	25	182.5 efgh	1147 c	86984.1 a
	P13	785 bcde	59.3 cd	17	114.1 ijkl	966.8 efgh	62213.2 def
	P15	655 fgh	59.5 cd		134.7 hijk	849.2 ghijk	41567.7 hi
	P21	878.8 b	22.6 i		144.5 ghij	1045.9 cdef	64900.1 def
	P24	580 hi	40.4 fg	8.5	121.1 ijkl	745.8 klm	50336.5 gh
	P36	638.7 fgh	44.4 efg	8.8	243.3 bcd	933 efghi	66435.8 def
	P40	736 cdef	0.4 j		243.2 bcd	979.6 defg	63401.1 def
	P81	434.7 j	54 cde		287.2 ab	775.9 jklm	39097.3 i
	P84	698.8 defgh	40.8 fg		100.7 jklm	859.8 ghijk	43025.5 hi
	P89	431.8 j	0.3 j		92.1 klm	524.2 n	22789.1 j
P90	1099.8 a	65.3 c	14	157.6 fghi	1336.8 b	77246.8 abc	
P95	757 bcdef	2.3 j		301.9 a	1061.2 cde	72746.6 bcd	
25 cm	P1	466 ij	114.8 b	25	62.8 m	662.6 lmn	50510.4 gh
	P13	471.3 ij	33 ghi	6.5	145.6 ghij	651.5 mn	37347.7 i
	P15	648.0 fgh	34 ghi	7.8	71.1 lm	759 klm	41123.5 hi
	P21	855 bc	46 ef	9.3	207.3 cdef	1117.5 cd	63146.1 def
	P24	673.8 efgh	27.4 hi		101.5 jklm	802.7 ijkl	58472.7 efg
	P36	663.5 efgh	26.7 hi	25	132.3 hijk	828.8 hijk	69015.6 cde
	P40	648.8 fgh	0.3 j		250.8 bc	899.9 ghij	55886.1 fg
	P81	435.8 j	36 fg	10	193.8 defg	675.6 lm	39196.2 i
	P84	681.5 defgh	52.5 de		92 klm	826 ijk	41963,3 hi
	P89	628.3 gh	0.3 j		202.1 cdef	830.6 hijk	33158 ij
P90	1155.8 a	120 b	7.7	202 cdef	1485.5 a	81176.3 ab	
P95	679.7 defgh	1.6 j		228.9 cde	910.2 fghij	65317.9 def	
	Media 35	708.2	43.9	7.7	176.9	935.4	57561.9
	Media 25	667.3	41	7.6	157.5	870.8	53026
	p_value	***	***	NS	***	***	***
	CV	6.8	10.2	73	11	6.5	7.2

Medias con distinta literal entre columna son diferentes estadísticamente Tukey ($\alpha = 0.05$), CV: Coeficiente de variación, Significancia: *** = $p \leq 0.001$, NS: no significativo, MM: materia muerta, Trat: tratamiento de forraje remanente a 25 y 35 cm, Componentes: sumatoria de hoja, tallo e inflorescencia.

El ecotipo que tiende a tener mayor cantidad de materia muerta fue el P95 en el tratamiento de 35 cm de forraje remanente, con 300 g m⁻² año. De acuerdo a estudios recientes en Estados Unidos con retrocruzas obtenidas de híbridos de maíz-Tripsacum (Ritchie *et al.*, 2006) se han observado

rendimientos de 2.3 a 4.9 t de MS ha⁻¹ con dos cortes durante la estación de crecimiento (Marzo a Julio), también indican que la calidad del forraje varía de un año a otro. Cuando realizamos la suma de todos los componentes morfológicos el ecotipo P90 es superior alcanzando rendimientos superiores 1300 g m⁻² año⁻¹. Al comparar las medias de tratamientos (25 y 35 cm, forraje remanente), se observaron mayores rendimientos a mayor altura de forraje remanente.

Conclusión

El mayor rendimiento de forraje acumulado se observó al dejar 35 cm de forraje remanente; lo anterior, a excepción de los genotipos P21, P24, P89 y P90; los cuales, mostraron mayor rendimiento cuando el forraje remanente es 25 cm. El ecotipo P90 presenta el mayor rendimiento en hoja y suma de componentes, por año a 25 y 35 cm de forraje remanente.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado a través de la propuesta de Problemas Nacionales 2014 (248252): “Colecta, salvaguarda y evaluación de forrajeras (Poaceae) para pastoreo extensivo, nativas de México semiárido”; similarmente, por el apoyo financiero brindado para el desarrollo de este trabajo a través de la Beca de Doctor en Ciencias otorgada a la primera autora.

Literatura Citada

- Cook, B., Pengelly, S., Brown, J., Donnelly, D., Eagles, A., Franco, J., Hanson, B., Mullen, I., Partridge, M., Peters, R. and Schultze, K. 2005. Tropical Forages, An interactive selection tool (CD-ROM). CSIRO Sustainable Ecosystems (CSIRO), Department of Primary Industries and Fisheries (DPI&F Queensland), Centro Internacional de Agric. Tropical (CIAT) and Int. Livestock Research Inst. (ILRI).
- Dewald, C.L., Berg, W.A., Sims, P.L. and Gillen, R.L. 2009. Eastern Gamagrass Introductory Information. USDA, ARS, Southern Plains Range Research Station, Woodward, OK. En: <http://www.sprrs.usda.gov/eggintro.htm>: consultada: 25 May 2009.
- Di, R.J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, M.G., Tablada, M. y Robledo, C.W. 2008. InfoStat. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 336 p.
- Gould, F. y Shaw, R.B. 1992. Gramíneas clasificación sistemática. AGT Editor, S. A. México, D. F. 381 p.
- Guillen, L.R. 2001. Production and Grazing Management for Eastern Gamagrass. Proc. 56th Southern Pasture and Forage Crop Improvement Conference, Springdale, AR.
- Pérez, H.A., Quero, C.A.R., Villanueva, A.J.F., Escalante, E.J.A.S., Garduño, V.S., Miranda, J.L. y García, S.G. 2018. Rendimiento de materia seca en un ecotipo y tres variedades comerciales de *Tripsacum dactyloides* L. Memoria Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp. 653-657.
- Rithchie, J.C., Reeve, J.B., Krizek, D.T., Foy, C.D. and Gitz, D.C. 2006. Fiber composition of eastern gamagrass forage grown on a degraded, acid soil. Field Crops Research. 97: 176-181.
- USDA – NRCS. 2012. Eastern Gamagrass (*Tripsacum dactyloides* L.). Plant Fact sheet. USDA – NRCS Plant Material Program. En: <http://plant-materials.nrcs.usda.gov>, disponible el 12 de Agosto de 2012.
- Villanueva, A.J.F., Herrera, C.F., Cardenas, S.A., y Rubio, C.J.V. 2013. Comportamiento agronómico y tasas de crecimiento en cinco especies de *Tripsacum*. IV Congreso Internacional de Manejo de Pastizales y XXXIV Aniversario del Centro de Ganadería del Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. De México. Pp 109 -113.

PRUEBAS MECÁNICAS Y FÍSICAS PARA ROMPIMIENTO DE LATENCIA, EN SEMILLA DE *Tripsacum dactyloides*

MECHANICAL AND PHYSICAL PROCEDURES TO ELIMINATE DORMANCY OF *Tripsacum dactyloides* SEEDS

Alejandra Pérez-Hernández¹, AR Quero-Carrillo¹, JAS Escalante-Estrada¹, S Garduño-Velázquez², L Miranda-Jiménez¹, A Hernández-Livera¹, G García-de los S¹, D Talavera-Magaña³

¹Colegio de postgraduados, Campus Montecillo. ²UAChapingo. ³Campus SLP, Colegio de Postgraduados³

Resumen

Tripsacum dactyloides, especie perenne tropical, se distribuye desde el noreste de EUA hasta Paraguay. Se evaluaron tres lotes de semilla comercial: Iuka, Pete y Nemaha, provenientes de EUA. El objetivo fue conocer su germinación y viabilidad por escarificación; lo anterior, debido que lotes de semilla de esta especie, poseen bajo porcentaje de germinación y altos niveles de latencia en propágulo. Se pesaron mil carióspsides para determinar diferencias entre variedades. Tres mil semillas, recibieron, manualmente, tratamientos mecánicos conformando tres tratamientos: espiguilla, carióspside y carióspside escarificado. También se sometió a tratamiento la cúpula (ramilla); para ello, se usaron 1000 semillas por tratamiento mecánico. Se realizó la prueba de frío con 1, 2, 3 y 4 semanas; ésta, consistió en establecer pruebas de germinación colocadas en refrigerador a 5 °C. Concluido el periodo de frío, se pasaron a cámara de germinación durante 20 días, se realizó conteo, se utilizó un testigo el cual sólo recibió los tratamientos mecánicos, con diseño completamente al azar. La prueba de viabilidad con tetrazolio, permite conocer si el embrión muestra actividad metabólica (respiración), dependiendo la tonalidad de la reacción por tinción. El porcentaje de humedad para las tres variedades fue 6.3%; la variedad Nemaha presentó mayor peso de mil semillas (PMS) 22.8 g, el porcentaje de viabilidad de las tres variedades fue 73, el mejor tratamiento fue carióspside escarificado con una semana de frío resultando en 39% de germinación (P<0.01). La escarificación mejora marcadamente la germinación, haciendo posible el aprovechamiento de la escasa semilla producida por esta especie.

Palabras clave: *Tripsacum dactyloides*, germinación de carióspsides, escarificación.

Abstract

Tripsacum dactyloides, is a perennial tropical species distributed from northeast US to Paraguay. The study was conducted in three lots of commercial seed (Iuka, Pete and Nemaha), from USA. The objective was to determine percentage of germination and viability; normally, commercial seed lots have a very low percentage of germination and high latency levels in the caryopsis. A thousand caryopses weighed to determine differences between varieties. Three thousand seeds, received three mechanical treatments manually and so the spikelet, caryopsis and scarified caryopsis also underwent scarification treatment for the dome. For this, 1000 seeds were used for each mechanical treatment. Cold scarification test was performed during 1, 2, 3, and 4 weeks; it consisted establishing germination tests, placed under fridge conditions at 5 °C, once the cold period were over seed was transferred to the germination chamber and left during 20 days under germination conditions. After this, germination counting was carried out, a witness who only received mechanical treatments was considered, with a completely random design. The viability test with tetrazolium, allows to know if the embryo shows metabolic activity (respiration),

depending on the tonality of the staining reaction. The percentage of humidity for the three varieties was 6.3%. Nemaha presented a greater weight of one thousand seeds (PMS) 22.8 g, the percentage of viability of the three varieties was 73, the best treatment was scarified caryopsis with a cold period resulted in 39% ($P \leq 0.001$) germination. Seed treatments enhanced germination and making possible to produce plantlets using effectively the scarce seed produced in *Tripsacum*.

Key words: *Tripsacum dactyloides*, tetrazolium, seed scarification, seed germination.

Introducción

Tripsacum dactyloides (L.) L. es una planta nativa de México y USA (Rzedowski & Rzedowski, 2001), perenne, y clima tropical. La semilla botánica de *Tripsacum* es una cariósida, donde el integumento interno se desarrolla en la capa de la semilla y se fusiona con el pericarpio derivado de la pared del ovario (Baxter y Copeland, 2008; Gould y Shaw, 1983), es único, seco e indehiscente, contenido en la espiguilla y rama modificada endurecida o cúpula. Las estructuras embrionarias primarias en todas las gramíneas son plúmula y radícula y las vainas protectoras que cubren estas estructuras son el coleóptilo y coleorhiza, respectivamente. El embrión es aproximadamente 1/3 del cariósida, se localiza dorsalmente en la base de este y se encuentra frente a la lema, el eje de la radícula-coleóptilo pueden ser identificados como pequeña cresta en el lado dorsal de la superficie de la cariósida (Baxter y Copeland, 2008). *Tripsacum* presenta baja calidad de semilla debido a la dureza de espiguilla, resultante en bajo porcentaje de germinación de espiguilla, aunado a altos niveles de latencia en cariósida, esto se debe a los tejidos que rodean el embrión (Tian *et al.*, 2002), contienen inhibidores y actúan como barreras físicas al intercambio gaseoso e hídrico y de la expansión del embrión (Adkins *et al.*, 2002, Baskin y Baskin, 2004; Springer *et al.*, 2001). La prueba de viabilidad con tetrazolio, se basa en la reacción bioquímica de ciertas enzimas de las células vivas que consiste en la reducción de tetrazolio formándose un compuesto rojo llamado formazán. La actividad de los sistemas enzimáticos, decrece parcialmente con la viabilidad de las cariósidas; por tanto, una tonalidad rojo intenso indica células vivas del embrión; en cambio, la tonalidad rosa pálido es indicativa de poca viabilidad de las células embrionarias (Moreno, 1984). Debido a que los lotes de semilla comercial presentan baja calidad fisiológica, por las estructuras que rodean al cariósida, el objetivo fue conocer cómo mejora la germinación al aplicar tratamientos mecánicos en combinación con tratamientos de frío.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el laboratorio de Análisis de Semillas, Colegio de Postgraduados, *Campus Montecillo*, Edo. de México. El material genético consistió en tres variedades comerciales de *Tripsacum dactyloides*: Pete, luka y Nemaha. Se realizó evaluación física de semilla, que consistió en determinar humedad de cariósidas; para lo cual, se pesaron 5 g de cada variedad por cuatro repeticiones y se dejó en la estufa durante tres días a 70°C; el peso de mil cariósidas, consistió en contar cuatro repeticiones de 1000 cariósidas, en cada variedad, y registró del peso en gramos; también se evaluaron dimensiones de cariósida: largo, ancho y grueso, utilizando vernier electrónico y posteriormente se pesó en una balanza analítica, se evaluaron 50 cariósidas para cada variedad. Para evaluar calidad fisiológica, se inició con viabilidad de cariósida, se usó sal de tetrazolio (cloruro de 2,3,5 trifenil tetrazolio) a concentración del 0.1%, la solución se preparó diluyendo 1 g de sal de tetrazolio en un litro de agua destilada, se usaron cuatro repeticiones de 100 cariósidas por cada variedad, se colocaron en cajas de plástico (9cm×9cm×3.5cm), posteriormente, se pre acondicionaron las cariósidas dejándolas remojar en agua destilada por 12

horas a 25 °C. Los carióspsides se dividieron en longitudinalmente en dos, con una navaja de afeitar, para exponer el embrión y tejidos, ambas mitades de carióspside permanecieron unidas después del corte y se tiñeron en solución de tetrazolio (0.1%), durante 12 horas a 32°C, en incubadora. Una vez pasado el tiempo, se lavaron con agua destilada y se realizó el conteo. En los tratamientos mecánicos se usaron 4000 semillas; se disectaron manualmente con pinzas de electricidad, se retiró parcialmente la cúpula (espiguilla), retiro totalmente la cúpula (carióspside) y se escarifico el carióspside (carióspside escarificado) y se comparó el propágulo comercial (cúpula). Los tratamientos físicos consistieron en someter los tratamientos mecánicos a prueba de frio, por una, dos, tres y cuatro semanas; para establecer la prueba, se realiza la prueba de germinación “entre papel” (ISTA, 2005), se inicia del mayor tiempo en semanas 4, 3, 2, 1, 0 y una vez transcurrido este tiempo, se llevó a la cámara de germinación en donde se dejó durante 20 días y una vez transcurrido este tiempo se realiza el conteo de semillas germinadas. A todas las variables en estudio se les aplicó análisis de varianza, las que mostraron diferencias significativas, comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$), del paquete para análisis estadístico InfoStat (InfoStat, 2008).

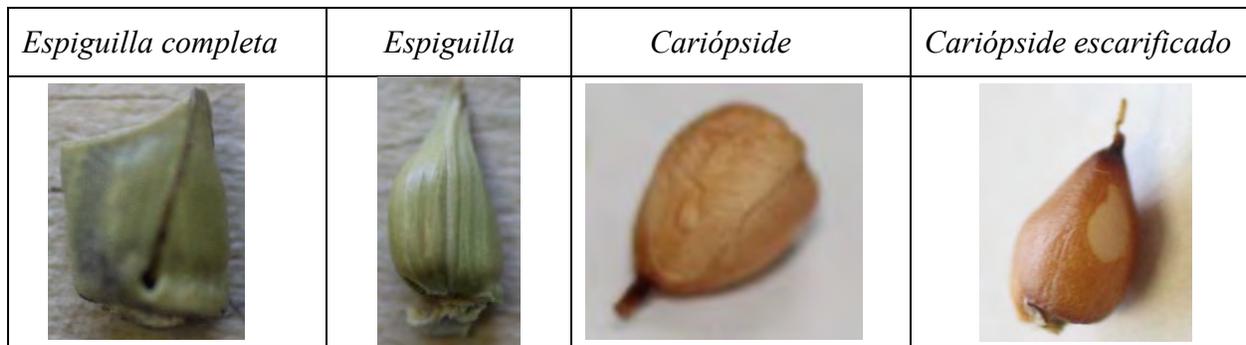


Figura 1. Tipo de propágulo para tratamientos mecánicos y escarificación en *Tripsacum dactyloides*.

Resultados y Discusión

Las pruebas físicas son importantes; lo anterior, por el hecho de ser informativos de la calidad de semilla a adquirir y para siembra (Cuadro 1). El porcentaje de humedad en carióspsides fue excelente: 6.6% en promedio, lo que releja un buen proceso de secado y favorece la conservación de la calidad de semilla. Para carióspsides de gramíneas (avena, arroz, cebada, centeno, maíz, mijo, sorgo, trigo y triticale) se reportan porcentajes de humedad de 12 a 15% como aceptables (Moreno, 1984). Para PMS, se observaron valores estadísticamente significativos ($P \geq 0.001$), Nemaha mostró 1.6 g más que Iuka y 3.5 más que Pete, esto mismo refleja el peso individual del carióspside (llenado); por otra parte, para dimensiones: largo, ancho y grueso no se observaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) y reflejando similitud en forma entre variedades. Wencheng *et al.* (2017), reportan peso de carióspside individual para Pete de 15 a 24 mg, resultados parecidos a los encontrados en el presente estudio, ya que la variedad Pete registro 24.4 mg, resultando importante debido a que es la misma variedad. Conocer la condición fisiológica de la semilla es muy importante, debido a que conforma la importancia para establecer pruebas de germinación, una semilla que presenta baja viabilidad y daño en estructuras principales, seguramente no germinará y si logra germinar, resultará en una planta anormal, esto se cuantifica en la prueba de tetrazolio; en los carióspsides, el promedio de viabilidad fue 73% y no existieron diferencias significativas en viables y no viables (Cuadro 2); sin embargo, es mayor el porcentaje de semillas que se tiñeron de

rosa (54%) en comparación de las de color rojo (19%), al respecto Wencheng *et al.* (2017), encontraron en Pete 74% de viabilidad con tetrazolio. Los resultados de viabilidad son parecidos a los encontrados en el presente estudio, lo cual es un tanto lógico debido a que son lotes de semilla comercial.

Cuadro 1. Calidad física en tres variedades de *Tripsacum dactyloides*.

Variedad	Humedad %	PMS g	Cariópside			
			Peso mg	Largo	Ancho mm	Grueso
Nemaha	6.9	22.8 a	25.3	4.4	3.2	2.7
Iuka	6.6	21.2 b	24.4	4.4	3.3	2.6
Pete	6.5	19.3 c	24.4	4.2	3.2	2.7
Media	6.6	21	24.7	4.3	3.2	2.6
CV	6.3	0.5	22.6	10.5	11.7	11.7
Sig.	NS	***	NS	NS	NS	NS

Literales distintas en la misma columna indican diferencias significativas, Tukey ($\alpha=0.05$) = $P \leq 0.001$ ***, NS =no significativo, PMS= Peso de mil semillas; CV= coeficiente de variación, g=gramos, mg=miligramos, mm=milímetros.

Cuadro 2. Porcentaje de viabilidad en tres variedades de *Tripsacum dactyloides*

Variedad	Viable			No viable		
	Rojo	Rosa	Total	Blanco	Dañado	Total
Pete	25 a	50	75	11	14	25
Nemaha	18 ab	55	73	9	18	27
Iuka	13 b	58	71	10	19	29
Media	19	54	73	10	17	27
CV	29	14	6.9	54	32	18.6
Sig.	*	NS	NS	NS	NS	NS

Literales distintas en la misma columna indican diferencias significativas, Tukey ($\alpha=0.05$)= $P \leq 0.05$ *, NS=no significativo, CV=coeficiente de variación.

Para determinar porcentaje de semillas germinadas es necesario tomar en cuenta el porcentaje de viabilidad y realizar cálculos en base a semilla viable (Cuadro 3). Al realizar la comparación entre tratamientos mecánicos el cariópside escarificado presentó mayor porcentaje de germinación, en combinación con frío por una semana; por otra parte, cuando se somete a germinar la cúpula sólo conseguimos 3% con dos semanas de frío, lo que es económicamente una pérdida total. Sí se da más de una semana de frío, la semilla tiende a deteriorarse y pierde capacidad germinativa; por tanto, para lograr germinar estas semillas es necesario someterla a tratamientos mecánicos dejando únicamente el cariópside ó de ser posible, dado que aún es impráctico, escarificar el mismo. En cuanto a variedades, Nemaha presentó mayor porcentaje de germinación: 26% con una semana de frío; sin embargo, si esta misma variedad no se somete a frío sólo germina el 6%. Huarte y García (2009), colectaron semilla y la sometieron a pruebas de germinación estándar y encontraron 67%, mientras que Wencheng *et al.* (2017), reportan en Pete, 54% de germinación. En el presente estudio la variedad Pete con una semana de frío tan sólo logro 18% de germinación y el testigo 12%; de manera general, en el presente estudio con los tratamientos físicos y mecánicos no logramos

alcanzar los porcentajes de germinación que reportan los autores anteriores; sin embargo, existe una alta interacción entre variedad, tratamiento físico y tratamiento químico.

Cuadro 3. Porcentaje de germinación en tres variedades de *Tripsacum dactyloides*

Tratamiento mecánico	% Semillas germinadas				
	Testigo	Tratamiento de Frío			
		1	2	3	4
Cariópside	21 a	34 a	23 a	22 a	19 a
Cariópside escarificado	23 a	39 a	19 a	12 ab	12 ab
Espiguilla	4 b	10 b	4 b	5 bc	5 bc
Cúpula	2 b	1 b	3 b	1 c	0 c
Sig. tratamiento	***	***	***	***	***
Iuka	20 a	19 ab	12	10	3 b
Pete	12 b	18 b	11	9	8 b
Nemaha	6 c	26 a	13	10	16 a
Sig. variedad	***	*	NS	NS	***
Tra me*Tra fi*Var	***	***	***	***	***

Medias con distinta literal entre columna son diferentes estadísticamente Tukey ($\alpha=0.05$), CV: Coeficiente de variación, Significancia: *= $p<0.05$, ***= $p<0.001$.

Conclusiones

Debido a bajos porcentajes de germinación y altos porcentajes de viabilidad, es necesario establecer tratamientos mecánicos en combinación de tratamientos físicos para aumentar los niveles de germinación en esta especie. Definitivamente es mejor trabajar con cariósides y cariósides escarificados, sometidos a una semana de frío.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado a través de la propuesta de Problemas Nacionales 2014 (248252): “Colecta, salvaguarda y evaluación de forrajeras (Poaceae) para pastoreo extensivo, nativas de México semiárido”; similarmente, por el apoyo financiero brindado para el desarrollo de este trabajo a través de la Beca de Doctor en Ciencias otorgada a la primera autora.

Literatura Citada

- Adkins, S.W., Bellairs, S.M., Loch, D.S., 2002. Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica* 126, 13–20, <http://dx.doi.org/10.1023/A:1019623706427>.
- Baskin, J.M., and Baskin, C.C., 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res.* 14, 1–16, <http://dx.doi.org/10.1079/SSR2003150>.
- Baxter, D. and Copeland, L.O. 2008. *Seed Purity and Taxonomy: Application of Purity Testing Techniques to Specific Taxonomical Groups of Seeds*. Michigan State Univ. Press, East Lansing, MI.
- Di, R.J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, M.G., Tablada, M., Robledo, C.W. 2008. *InfoStat*. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 336 p.
- Gould, F.W. and Shaw, R.B. 1983. *Grass Systematics*. 2nd ed., Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- Huarte, R. and García, M.D. 2009. *Tripsacum dactyloides* (L.) L. (Poaceae) caryopsis dormancy and germination responses to scarification, hydrogen peroxide and phytohormones. *Seed Sci. & Technol.*, 37, 544-553.
- ISTA (International Seeds Testing Association). 2005. *International rules for seed testing, rules*. Zurich. Switzerland.
- Moreno, E.M. 1984. Análisis físico y biológico cariósides agrícolas. Universidad Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México, D. F. pág. 380.

- Rzedowski, G. C. de & J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Springer, T.L., Dewald, C.L. and Aiken, G.E., 2001. Seed germination and dormancy in eastern gamagrass. *Crop Sci.* 41, 1906–1910, <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2001.1906>.
- Tian, X., Knapp, A., and Moore, K., 2002. Cupule removal and caryopsis scarification improves germination of eastern gamagrass seed. *Crop Sci.* 42, 185–189, <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2002.0185>.
- Wencheng, H., Hilary, S.M., Masoum, A., Decheng, W. and Alan, G.T. 2017. Seed dormancy, germination and fungal infestation of Eastern gamagrass seed. *Industrial crops and products.* 99(2017) 109-116.

ATRIBUTOS DE RESISTENCIA A SEQUÍA EN RECURSOS GENÉTICOS DE *Bouteloua curtipendula* (Mitch.) Torr.

ATTRIBUTES OF DROUGHT RESISTANCE IN GENETIC RESOURCES OF *Bouteloua curtipendula* (Mitch.) Torr.

Juana E Ramírez-Meléndez¹, FJ Hernández-Guzmán², AR Quero-Carrillo¹, L Miranda-Jiménez¹, C López-Castañeda, D Talavera-Magaña¹ y MJ Carrillo-Llanos¹

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo-Ganadería. ²UP de Francisco I. Madero. Tepatepec, Fco. I. Madero, Hidalgo ³Campus SLP, Colegio de Postgraduados. elvira.rm@outlook.cl

Resumen

Los recursos genéticos de zonas áridas enfrentan condiciones desafiantes como déficit hídrico o sequía, que afecta también cultivos agrícolas. Se evaluó *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. en las variedades: NdeM-125, NdeM-417, NdeM-303 además de los genotipos: CP-181 (Zacatecas), CP-62 (Coahuila), CP-Ñañú1 (Hidalgo), CP-Teloxtoc (Puebla), CP-Centauro (Durango), CP-Mixe (Oaxaca), CP-Tablón (Hidalgo) en condiciones de vivero en Montecillo Texcoco Estado de México, para comparar su respuesta al estrés hídrico, cuando las plantas tenían 137 días de edad se colocaron en macetas de tubos de PVC bajo dos regímenes de humedad: Riego (R), donde las macetas se mantuvieron a más del 50% de humedad aprovechable aplicando riego individualmente y Déficit hídrico (DH), donde se suspendió el riego a partir de 192 días después del trasplante a las macetas de PVC, con un total de 42 días en DH y 23 días por debajo del punto de marchitez permanente (PMP). Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron la combinación de cada genotipo con los niveles de humedad (R-DH). La altura (cm) disminuyó en plantas con DH a partir de nueve días sin riego, los días a floración se redujeron en DH, el genotipo CP-62 y CP-Ñañú en R registraron mayor biomasa ($P < 0.05$); sin embargo, el índice de tolerancia a sequía ITS señala que CP-Tablón y NdeM-125, pueden ser considerados tolerantes, ya que no fueron afectados por el estrés hídrico en la producción de biomasa y se pueden considerar en futuras investigaciones de sequía. Se observó variabilidad intraespecífica para sequía. **Palabras clave:** *Bouteloua curtipendula*, índice de tolerancia a sequía, tolerancia a sequía en pastos.

Abstract

Genetic resources of arid zones are under challenging conditions such as water deficit or drought affecting also agricultural crops. *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. genotypes were evaluated: NdeM-125, NdeM-417, NdeM-303 as well as genotypes: CP-181 (Zacatecas), CP-62 (Coahuila), CP-Ñañú1 (Hidalgo), CP-Teloxtoc (Puebla), CP-Centauro (Durango), CP-Mixe (Oaxaca), CP-Tablón (Hidalgo) under nursery conditions in Montecillo, Texcoco State of Mexico. The purpose was to compare their response to water stress. Once plants reached 137 days of age, these were individually transplanted within PVC pot-pipes. Treatments consisted of two moisture levels: Irrigation (R), pots maintained to more than 50% of usable humidity by applying irrigation individually and Water deficit (DH), where suspended irrigation starting at 192 days after transplanting, to complete a 42 days total under DH and 23 days below the permanent wilting point (PMP). We used a completely randomized design with four replications. Treatments consisted of the combination of each genotype with the humidity levels (R-DH). Plant height (cm) decreased in the plants with DH starting at nine days without irrigation. Days to flowering (anthesis) were reduced for DH. Genotype CP-62 and CP-Ñañú under R recorded higher biomass ($P < 0.05$).

However, the drought tolerance index (ITS) indicates that CP-Tablón and NdeM-125 can be considered tolerant, since they were not affected by water stress in biomass production and can be considered in future drought investigations. Wide intraspecific variability for drought do exist among *Bouteloua curtipendula* populations.

Key words: *Bouteloua curtipendula*, drought tolerance index, grass drought resistance

Introducción

Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. destaca por ser un pasto nativo, entre sus cualidades incluye la producción de forraje apetecible para todo tipo de ganado, además de buen valor nutricional y, por estas cualidades, se considera uno de los pastos importantes en México (Corrales *et al.*, 2016; Melgoza *et al.*, 2016). Se considera una gramínea de importancia y muy utilizada en programas de resiembra de pastizales en el norte de México (Morales *et al.*, 2017); sin embargo, su establecimiento puede ser riesgoso debido a la baja disponibilidad de humedad del suelo presente en zonas áridas y semiáridas, ya que los eventos de precipitación suelen ser erráticos (Jurado *et al.*, 2012). El agua es importante en las plantas para su germinación, establecimiento y acumulación de materia seca debido a que todos los nutrientes son transportados por ella, el crecimiento y la acumulación de biomasa pueden reducirse con la disminución de humedad en el suelo (Griffa *et al.*, 2011). Esta especie se ha evaluado biosólidos para mejorar su establecimiento en condiciones de sequía a nivel de invernadero (Jurado *et al.*, 2012); sin embargo, hacen falta estudios donde se evalúe su respuesta al déficit hídrico y determinar su tolerancia a sequía. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue comparar la respuesta al estrés hídrico en recursos genéticos de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. en términos de acumulación de biomasa además de aptitudes fisiológicas en condiciones de vivero.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó en condiciones de vivero en Colegio de Postgraduados *campus* Montecillo, se evaluó pasto Banderita, (*Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr.) en las variedades: NdeM-125, NdeM-417, NdeM-303 además de los genotipos: CP-181 (Zacatecas), CP-62 (Coahuila), CP-Ñañú1 (Hidalgo), CP-Teloxtoc (Puebla), CP-Centauro (Durango), CP-Mixe (Oaxaca), CP-Tablón (Hidalgo) de cosechas realizadas en 2016. Los carióspsides de cada material se extrajeron mediante fricción manual con tapete corrugado de caucho; posteriormente, se seleccionó todo aquel carióspside que permaneciera en tamiz de 6 mm. La siembra se realizó el 31 de mayo del 2017 en charolas-almácigo de 30 cm de diámetro por 15 cm de profundidad con drenaje en sustrato esterilizado mediante autoclave (121 °C por 4 h) formado por suelo tipo Vertisol de textura arcillosa, piedra tepezil y corteza molida de árbol (2:1:1). A 21 días después de la siembra (dds) se trasplantaron a tubetes individuales de 70 cm³ con sustrato compuesto por peat moss y tepezil (2:1) posteriormente. A 137 dds se trasplantó plantas individuales a tubo de PVC (4" de diámetro y 1 m de largo), al inicio de esta etapa se hará referencia a días después del trasplante (ddt) tomando como día uno desde que las plantas se colocaron en tubo de PVC, dentro de una bolsa cilíndrica de plástico de las mismas dimensiones en su interior y tapa con perforaciones en el fondo, para facilitar drenaje y con sustrato de iguales características a los tubetes de 70 cm³, al que se le determinó su capacidad de campo (CC) de 22 %, porcentaje de marchitamiento permanente (PMP) de 19 % (Laboratorio de Física de Suelos, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México). A 151 ddt se aplicaron 5 gramos (g) de fertilizante (50-25-25), a 5 cm de profundidad en cada maceta. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones, se

consideró como tratamiento a la combinación de cada genotipo en dos niveles de humedad: 1) Riego (R), consistió en mantener el sustrato de cada unidad experimental por arriba del 50 % de humedad aprovechable, y 2) Déficit hídrico (DH), donde se suspendió el riego a partir de 192 ddt, con un total de 42 días en DH posteriormente (234 ddt), se aplicó un riego de recuperación RR.

Se midió altura con regla graduada en cm desde la base de la corona, hasta el ápice de la última hoja, o espiguilla de inflorescencia, después de un corte de homogenización a 3 cm de la base de la corona a 153 ddt. Se determinó días a floración masculina, cuando el 50 % de los tallos florales mostraran anteras visibles. Se determinó materia seca (MS) a 237 ddt, las plantas se dividieron en: corona (C) desde la base con 3 cm de longitud, Tallo (T) a partir de 3 cm desde la corona, hasta la primera espiguilla de la inflorescencia, Hoja (H), Inflorescencia (I), se consideró a las espiguillas unidas al raquis, así como el material muerto (MM). La raíz se dividió en estratos de 0-30, 30-60, y 60-100 cm cada uno se desintegró manualmente, separando el sustrato del órgano subterráneo; posteriormente, se lavó con agua corriente y cada estructura se colocó en bolsas de papel estraza y se llevaron a estufa de aire forzado a 60 °C por 42 h. La materia seca se determinó con balanza marca Dibatec (600g). Se calculó el índice de tolerancia a sequía mediante la fórmula: $ITS = (Y_{pi} * Y_{si}) / Y_p^2$ donde Y_{pi} = Rendimiento del genotipo en condiciones de estrés hídrico, Y_{si} = Rendimiento del genotipo en condiciones de riego, Y_p = Rendimiento promedio en riego (Fernández *et al.*, 1992).

Resultados y Discusión

Altura. Las plantas en estrés hídrico disminuyeron su crecimiento en altura ($P < 0.05$) a partir de nueve días sin riego (201 ddt; Fig. 1). Esta variable puede influir directamente en la producción de materia seca en condiciones de déficit hídrico. Los genotipos con mayor altura pueden tener plantas de mayor tamaño que usan el agua más rápido para transpiración, esto disminuye el status hídrico de la planta y con ello la producción de biomasa (Griffa *et al.*, 2011). Lo anterior, concuerda con Hernández *et al.* (2017), donde reportan menor altura ($P \leq 0.05$) (51.9 cm) en plantas de trigo y cebada, en sequía, respecto a aquellas bajo riego (69.2 cm). Este comportamiento se observó en plantas de maíz Avendaño *et al.* (2008) y cacahuate (Sánchez *et al.*, 2005).

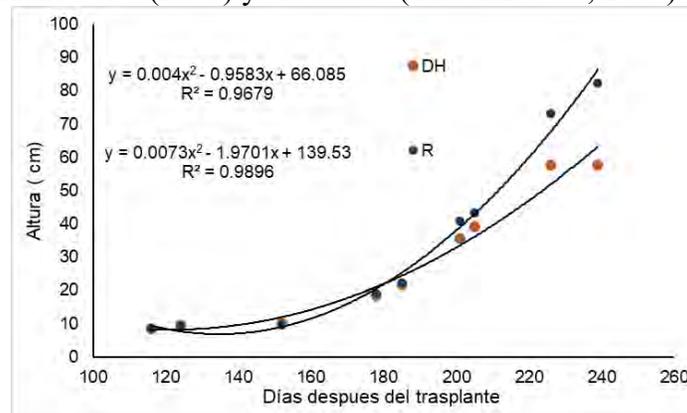


Figura 1. Altura de diez genotipos de *Bouteloua curtipendula* con déficit hídrico (DH) y riego (R), en condiciones de vivero en Montecillo Texcoco, Estado de México, México.

Biomasa total e índice de tolerancia a sequía. La cantidad de biomasa en condiciones restringidas de humedad puede reducirse (Avendaño *et al.*, 2008). Aquellas plantas desarrolladas en condiciones favorables de humedad (80% de humedad aprovechable; Fig. 1) produjeron mayor

cantidad de biomasa respecto a aquellas plantas desarrolladas en déficit hídrico: genotipo CP-62 y CP-Ñañú ($P < 0.05$), esta respuesta no se registró en el genotipo CP-Tablón, ya que produjo mayor biomasa en condiciones limitantes de humedad, sin ser estadísticamente diferente ($P > 0.05$) a su comparación en riego, al igual que la variedad NdeM-125, lo anterior destaca la posibilidad de que sean resistentes a sequía.

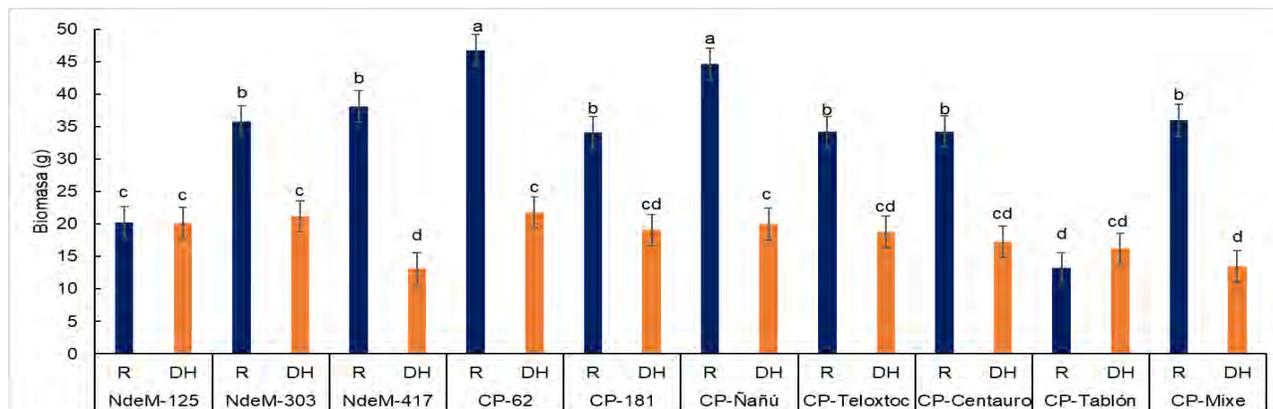


Figura 2. Biomasa total de diez genotipos de *Bouteloua curtipendula* con déficit hídrico (DH) y riego (R), a 239 ddt. en déficit hídrico (DH) y riego (R) en condiciones de vivero en Texcoco, Edo. de México, México. Letras iguales sobre las barras indican promedios estadísticamente similares ($P > 0.05$).

Para evaluar la respuesta al estrés por sequía se usó el índice basado en la relación matemática entre estrés hídrico (DH) y condiciones óptimas (R): índice de tolerancia a la sequía (ITS), que también se ha usado para seleccionar híbridos de maíz en ambientes de estrés (Kalili *et al.*, 2004). En el presente estudio, CP-Tablón puede considerarse como tolerante a sequía, al producir mayor biomasa en DH respecto a R, lo que indica ITS mayor a uno (1.23; Cuadro 1); en tanto que, NdeM-125 no mostró diferencias ($P > 0.05$) entre DH y R para MS y un ITS de 0.99. Al seleccionar por valores altos se elige indirectamente por mayor tolerancia al estrés (Castañón *et al.*, 2000).

Cuadro 1. Índice de tolerancia a sequía en diez genotipos de *Bouteloua curtipendula* en déficit hídrico (DH) y riego (R) en condiciones de invernadero en Montecillo Texcoco, Estado de México, México.

Genotipo	ITS
NdeM125	0.99
NdeM-303	0.59
NdeM-417	0.35
CP-62	0.47
CP-181	0.56
CP-Ñañú	0.45
CP-Teloxtoc	0.55
CP-Centauro	0.50
CP-Tablón	1.23
CP-Mixe	0.37

Días a Floración. El genotipo CP-Mixe no mostró inflorescencia, así como CP-Teloxtoc en R, no se registraron diferencias estadísticas para los demás genotipos en esta variable fisiológica, pero es importante mencionar que las plantas en déficit hídrico de seis genotipos presentaron floración en promedio 4 días antes que aquellas en riego (Cuadro 2). Lo anterior, concuerda con Castañón *et*

al., (2000) en maíz bajo déficit hídrico, donde DH indujo floración precoz, tanto masculina como femenina, respuesta que puede deberse a un mecanismo de sobrevivencia vegetal, no es propiamente un indicador de tolerancia a sequía; sin embargo, es una respuesta al escape de DH y con ello, asegurar producción de semilla (Ferraz *et al.*, 2013).

Cuadro 2. Días a floración masculina, en diez genotipos de *Bouteloua curtipendula* en déficit hídrico (DH) y riego (R) en condiciones de invernadero en Montecillo Texcoco, Estado de México, México.

Genotipo	Nivel de humedad	
	R	DH
NdeM-125	221	226
NdeM-303	223	220
NdeM-417	224	226
CP-62	219	219
CP-181	218	211
CP-Ñañú	220	216
CP-Teloxtoc	NF	229
CP-Centauro	234	231
CP-Tablón	231	229
CP-Mixe	NF	NF

Conclusiones

El déficit hídrico afecta altura del 60% de los genotipos evaluados. Los días a floración en DH fueron menores. CP-Tablón se considera tolerante a sequía debido a su ITS mayor. Entre las variedades NdeM-125 posee mayor tolerancia a sequía.

Agradecimientos

A CONACyT, por el apoyo otorgado a través de la propuesta de Problemas Nacionales 2014 (248252): “Colecta, salvaguarda y evaluación de forrajeras (Poaceae) para pastoreo extensivo, nativas de México semiárido”; similarmente, por el apoyo financiero brindado para el desarrollo de este trabajo a través de la Beca de Maestría en Ciencias otorgada a la primera autora.

Literatura Citada

- Avendaño, A, Molina G, Tejo L, López C, Cadena I. 2008. Respuesta a altos niveles de estrés hídrico en maíz. *Agron. Mesoamericana* 19(1): 27-37.
- Castañón, G, Ricardo C, Roberto P, Eleuterio P, Montiel M, Filobello L. 2000. Selección de líneas de maíz por resistencia a sequía. *Agron. Mesoamericana* 11(1): 163-169.
- Corrales, L, Morales C, Melgoza A, Sierra S, Ortega J, Méndez G. 2016. Caracterización de variedades de pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr] recomendadas para rehabilitación de pastizales. *Rev. Méx. Cienc Pecu.* 7: 201-211.
- Ferraz, T, Permuy A, Acosta R. 2013. Evaluación de accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de sequía en dos zonas edafoclimáticas del municipio Gibara, provincia Holguín. *Cultrop* 34:4
- Griffa, S, Ribotta A, Luna C, Bollati G, López C, Tomasino E, Carloni E, Quiroga M, Grunberg K. 2011. Evaluación morfológica del cultivar de buffelgrass “Lucero INTA-PEMAN” en sequía. *RIA* 37(1): 86-91.
- Hernández, L, López C, Heber V, Barrios E. 2017. Resistencia a sequía y tolerancia a calor en cebada y trigo. VI Congreso Intnal. Invest. Ciencias Básicas y Agron. 21 y 22 de septiembre de 2017. pp: 884-900.
- Jurado, P, Domínguez H, Melgoza A, Morales C. 2011. Emergencia y crecimiento de zacate banderilla [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr] con biosólidos en condiciones de sequía. *Tecnociencia.* 4:1 pp 57-67.

- Khalili, M, M Kazemi, A Moghaddam and M Shakiba, 2004. Evaluation of drought tolerance indices at different growth stages of late-maturing corn genotypes. 8th Iranian Congress of Crop Sci and Breed. Rasht, Iran. 298p.
- Melgoza, CA, CR Morales N, J Santos ST, MH Royo M, G Quintana M, T Lebgue K. 2016. Manual práctico para la identificación de las principales plantas en los agostaderos de Chihuahua. 3ª Ed. UA de Chihuahua. 153p.
- Morales, C, Corrales R, Álvarez A, Villareal F, Santellano E. 2017. Caracterización de poblaciones de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) de México para seleccionar genotipos con potencial para producción de semilla. *Fitotecnia Mexicana* 40 (3): 309-326.
- Sánchez, S, Muñoz A, González V. 2006. Evaluación de la resistencia a sequia de variedades de cacahuate (*Arachis hypogea* L.) de hábito de crecimiento rastrero y erecto. *Revista Chapingo* 12:1 77-84

ANÁLISIS DE SACOS EMBRIONARIOS DE POBLACIONES DE *Bouteloua curtipendula* (MICHX.) TORR., CON DIVERSOS NIVELES DE PLOIDÍA

EMBRYO SAC ANALYSIS IN *Bouteloua curtipendula* (MICHX.) TORR. AGAMIC COMPLEX POPULATIONS WITH SEVERAL PLOIDY LEVELS.

Adrián R Quero-Carrillo¹, CR Morales-Nieto², M Hernández-Rodríguez¹, D Talavera-Magaña³, L Miranda Jiménez¹, FJ Hernández-Guzmán⁴.

¹Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Texcoco, Edo. de México ²Facultad de Zootecnia y Ecología. UA de Chihuahua ³Campus SLP., COLPOS-CA. ⁴UP Fco. I. Madero, Hidalgo.

RESUMEN

Para diferenciar apomixis y sexualidad, mediante clareamiento *in toto* de sacos embrionarios (SE) maduros en poblaciones de pasto Banderita, se evaluó material recolectado en México y se relacionó con su nivel de ploidía. Inflorescencias en embuche se fijaron 24 horas en solución Farmer y conservaron en alcohol (70%) hasta clareamiento. Se clarearon 100 ovarios por población: 44 poblaciones euplides (desde $2n = 2x = 20$, hasta $2n = 10x = 100$ cromosomas); similarmente, 38 poblaciones con 84 a 87 cromosomas (28 poblaciones), 96 a 106 cromosomas (10 poblaciones); las mismas, fueron analizadas en, al menos, 20 ovarios informativos por población con microscopía de contraste de fases de Nomarsky (20X). El análisis de SE se realizó mediante Chi cuadrada. No se encontró relación directa entre nivel de ploidía y tipo de SE ($P > 0.05$). Se observó abundancia de SE octonucleados en mayor frecuencia a nivel diploide y tetraploide. Las poblaciones euplides con más de 70 cromosomas redujeron marcadamente la frecuencia de SE octonucleados. Entre aneuploides, las poblaciones de 84 a 87 cromosomas mostraron mayor frecuencia de SE octonucleados, en comparación con mayor número cromosómico aneuploide. Se observó únicamente un SE por ovario, lo que dificulta la diferenciación de sexualidad y apomixis. El análisis de SE en Banderita no proporciona valores confiables para diferenciar sexualidad y apomixis, puede requerirse el análisis de frecuencia para nivel de ploidía. Los niveles bajos de euploidia mostraron mayor frecuencia de SE octonucleados, indicativo de sexualidad. Cuando están presentes el tipo octonucleado *Hieracium* predomina en poblaciones apomícticas de Banderita.

Palabras clave: apomixis en pastos, análisis de sacos embrionarios, reproducción en Banderita.

ABSTRACT

In order to define the feasibility for *in toto* cleared embryo sac (ES) analysis to differentiate apomixis from sexuality among *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. plant introductions collected in Mexico, ploidy level was determined using aceto-carmin staining. Pre-anthesis (booting) inflorescences were fixed during 24 h, using Farmer's solution, and preserved in 70% ethanol (5 °C). One hundred ovaries were dissected from each ecotype and cleared. Cleared ovaries from 44 euploid ecotypes ranging ($2n=2x= 20$ to $2n=10x= 100$ chromosomes), as well as, 38

aneuploid (84-87 chromosomes -28 ecotypes- and 96-106 chromosomes -10 ecotypes) were analyzed through Chi square test. At least 20 informative ES were observed for each accession under phase contrast 20x Normasky microscopy. Informative mature ES 20x images were taken for analysis. Embryo sac analysis showed not straight ES differentiation among ploidy levels ($P>0.05$); however, 8-nucleated ES were observed with higher frequency regarding tetraploid and diploid populations. Accessions with euploid level beyond 70 chromosomes markedly reduced 8-nucleated ES frequency. Among the aneuploid populations, accessions within the 84-87 chromosomes showed a higher value of 8-nucleated ES. Despite the chromosome number, evaluated populations showed only one ES per ovary, rendering difficult to differentiate among sexual and apomictic mature ES. Synergids are short lived or absent, increasing the presence of 6-nucleated ES. In *B. curtipendula*, mature *in toto* ES analysis does not poses a good confident value to differentiate sexual from apomictic individuals. Low euploid levels (diploid and tetraploid) showed 8-nucleated ES.

Key words: apomixis in grasses, embryo sac analysis, sideoatsgrama reproduction.

INTRODUCCIÓN

México ha sido reconocido como importante centro de origen genético de pastos (Poaceae) para zonas áridas. El pastoreo extensivo para zonas áridas persistirá por largo plazo (Quero *et al.*, 2003). Desde la perspectiva ecológica, la producción en sistemas vaca-cría debe ser eficiente y no deteriorar el recurso (Quero *et al.*, 2018) sin emisión de gases efecto invernadero, como la ganadería intensiva. Pasará algún tiempo para que México esté en condiciones de establecer programas de reclamo de tierras o recuperación de áreas abusadas por la minería, maderería, sobrepastoreo, entre otras y recuperar los servicios y funcionalidad del pastizal de forma planeada y consistente. Especies nativas de México semárido (Poaceae) se encuentran ampliamente adaptadas a sequía y bajas temperaturas invernales (Quero *et al.*, 2017) como factor limitante importante de la productividad primaria. Sin embargo, existen evidencias no documentadas en México sobre su recuperación veraz de pastoreos agresivos con buen manejo, emulando a la naturaleza (Zietsman, 2014; III RPR). Los pastos africanos introducidos a América poseen baja representatividad de la diversidad (Enríquez *et al.*, 2006) principalmente debido a la apomixis como tipo reproductivo dominante en especies como *Cenchrus ciliaris* L.; *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf., *Melinis minutiflora* Beauv., *Setaria* spp., *Chloris* spp., entre otros. Apomixis es un método asexual de reproducción por semilla partenogenética resultando en embriones viables (Bashaw y Hanna, 1990). Dos formas principales de apomixis han sido reportados en pastos con variantes: diplosporía (*Elymus*, *Eragrostis*, *Tripsacum*, etc.) y Aposporía (*Panicum*, *Paspalum*, *Brachiaria*, *Cenchrus*, etc.; Asker y Jerling, 1992). En la mayoría de los apospóricos, la megáspora reducida es abortada y una célula nucelar da lugar a un SE octonucleado (Nogler, 1984). Evitar la fertilización y meiosis son atributos de la apomixis gametofítica, la cual se define como reproducción asexual por semilla (agamosperma) con alternancia de generaciones (esporofítica-gametofítica-esporofítica) sin alternancia de fases nucleares (diploide-haploide-diploide; Nogler, 1994). Puede ser definida mediante conteo de cromosomas, análisis de SE, pruebas de progenie y marcadores moleculares (Dusi y Willemse, 1999). Las técnicas de microscopía confocal han sido exitosas para el estudio de la megasporogénesis y megagametogénesis (Barrell y Grossniklaus, 2005). Banderita se distribuye de Canadá a Argentina; sin embargo, México es su centro de origen genético (Hernández y Ramos, 1968), de ahí la importancia de su estudio. El objetivo fue revisar el tipo

reproductivo mediante clareamiento *in toto* de ovarios maduros de banderita con varios niveles de ploidía, para definir su capacidad en discriminar entre individuos sexuales y apomíticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales nativos de *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr. se muestrearon durante 2016 a 2018. Las plantas muestreadas se conservan en condiciones de vivero en Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Se determinó el número cromosómico de plantas individuales mediante citometría de flujo, tinción y recuento. Se muestrearon 220 poblaciones para análisis de saco embrionario (SE) maduro (Cuadro 1). Las inflorescencias para análisis de SE se recolectaron en embuche durante el otoño de 2018, se fijaron en solución Farmer (alcohol: ácido acético; 3:1) por 24 horas y se conservaron en etanol al 70% a 5 °C, hasta la disección de ovarios. Al menos 100 ovarios maduros fueron disectados por cada genotipo y se clarearon *in toto* (Young *et al.*, 1979). Los ovarios clareados fueron analizados mediante microscopia de contraste de fases de Nomarsky a 20X de aumento hasta lograr 20 ovarios informativos. Los ovarios clarificados de 44 genotipos euplides ($2n=20=2x$ hasta $2n=10x=100$) así como 38 genotipos aneuplides (84 a 86 cromosomas, 28 genotipos; 96 a 106 cromosomas, 20 genotipos) se documentaron mediante imágenes digitales. La presencia de estructuras del SE (aparato huevo, célula huevo y antípodas) fueron calificadas en presente:ausente y relacionada con el nivel de ploidía mediante *Chi* cuadrada. Los datos se agruparon acorde al nivel de ploidía y tipo (euploide, aneuploide) para comparación del tipo de SE (3, 6 u octo-nucleado) para cada genotipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas apomíticas y sexuales pueden clasificarse en ES maduros para apospóricos como *Panicum* spp. y *Brachiaria* spp. (Dussi y Willemse, 1999). Los SE con 3, 4 (solo uno), 6 y 8 núcleos se observaron en *B. curtipendula* a pesar del nivel de ploidía y tipo (Fig. 1) en un genotipo por nivel de ploidía, dificultando discriminar sexualidad de apomixis. Los niveles bajos de ploidía (2x, 4x) mostraron la menor presencia de SE con tres células (Fig. 1) en comparación con niveles mayores de ploidía. Aunque los aneuploide (84-87 cromosomas) mostraron pocos SE de ocho núcleos éstos fueron más abundantes que en el rango de 97 a 106 cromosomas (Fig. 2). El mayor número de SE 8-nucleados se observó a nivel tetraploide (Fig. 3; $P<0.05$) con posible presencia de apomixis tipo Polygonum; sin embargo, mostraron siempre un SE único, contrario a apomíticos apospóricos, que muestran múltiples SE en individuos apomíticos (Ozias-Akins, 2006). Ambos núcleos polares estuvieron presentes sin importar el nivel de ploidía en SE maduros (Fig. 3-6). La carencia de división del estadio de dos células es considerado como promotor de SE 3-nucleados y/o el estadio de tres células puede resultar en SE maduros 6-nucleados (Meier *et al.*, 2008). La mortandad de sinérgidas puede ser una parte importante del desarrollo del SE maduro, dependiente de la polinización. La polinización puede inducir la muerte de sinérgidas para promover de factores de señalización para el desarrollo del tubo polínico; sin embargo, para apomíticos pseudógamos o autónomos, no se ha establecido el propósito de la mortandad de sinérgidas.

Cuadro 1. Genotipos y nivel de ploidía de SE devaluados en pasto Banderita.

Número de Cromosomas 2n	Ploidía	Número de Genotipos
20	2x	1
40	4x	6
60	6x	5
70	7x	15
80	8x	7
84	Aneuploide	17
87	Aneuploide	11
90	10x	10
96	Aneuploide	5
103	Aneuploidd	3
106	Aneuploidd	2

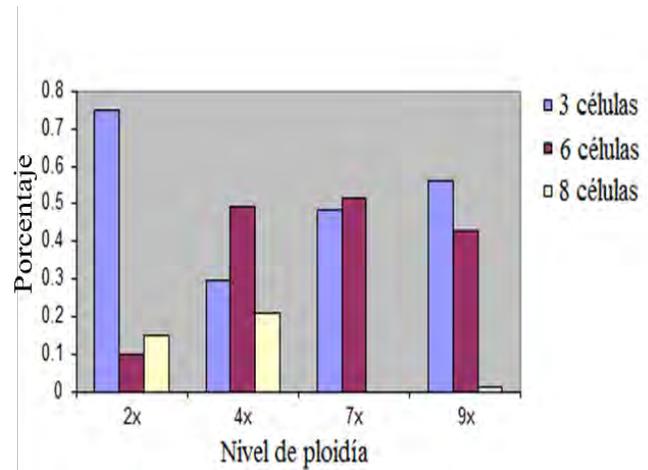


Fig. 1. Tipo de SE para diversos niveles de ploidía en poblaciones de *B. curtipendula*

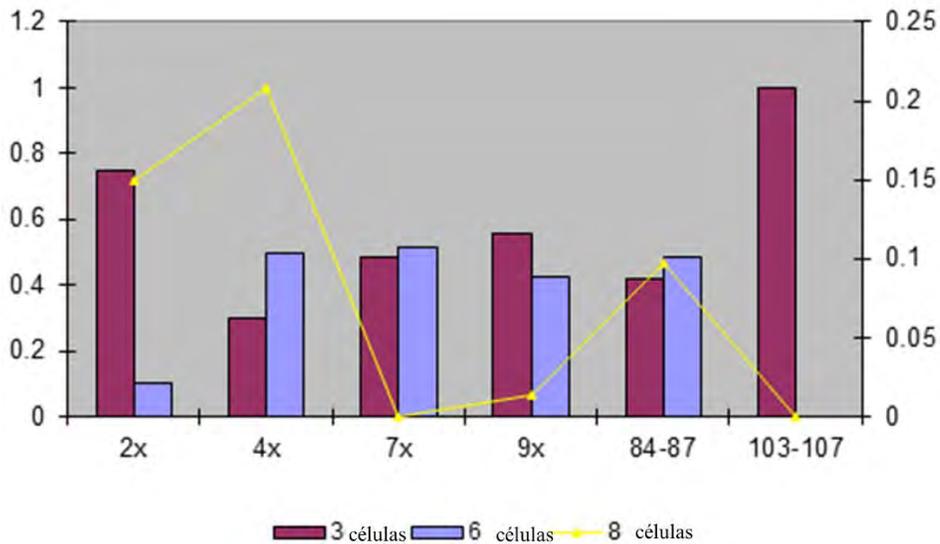


Figura 2. Porcentaje de sacos embrionarios presentes en poblaciones de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., con varios niveles de ploidía. Sacos embrionarios octonucleados (línea amarilla) se expresan en porcentaje con valores en la ordenada derecha.

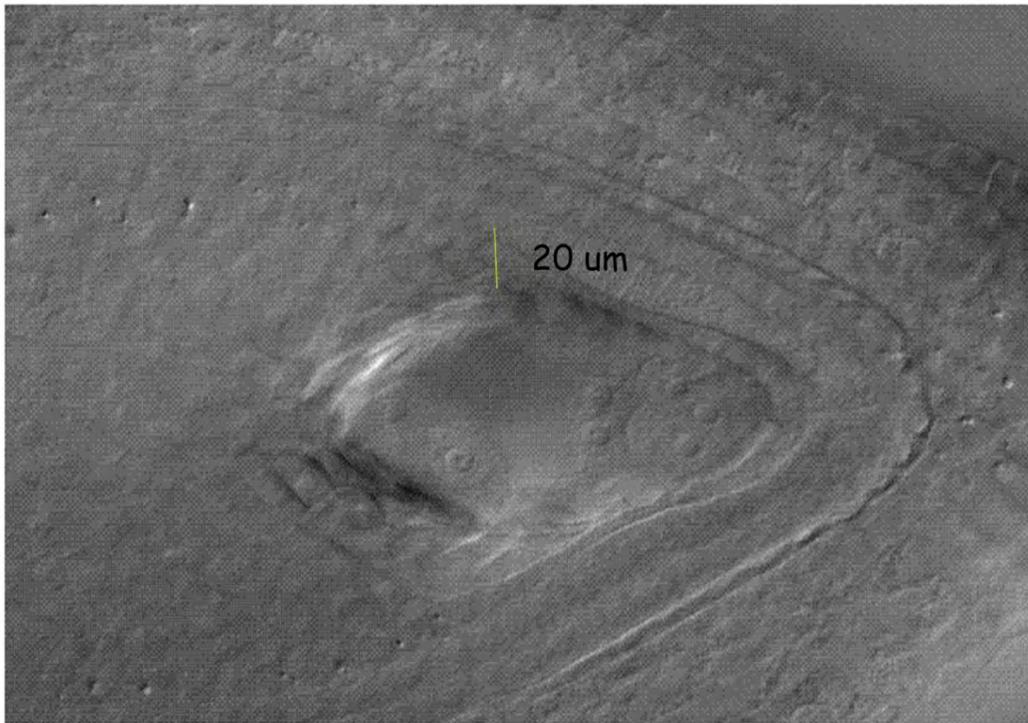


Fig. 3. Saco embrionario octonucleado de un genotipo tetraploide $2n=4x=40$ (4x) en *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

CONCLUSIONES

No es posible diferenciar individuos apomícticos de sexuales únicamente por clareamiento in toto de ovarios para análisis de SE en *Bouteloua curtipendula*. Todos los óvulos presentaron un SE único, sin importar ploidía o tipo reproductivo. Existe un fenómeno que promueve la expresión de SE con tres o seis células en SE maduros.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado a través de la propuesta de Problemas Nacionales 2014 (248252): “Colecta, salvaguarda y evaluación de forrajeras (Poaceae) para pastoreo extensivo, nativas de México semiárido”.

Literatura Citada

- Asker, S. E. and L. Jerling. 1992. Apomixis in Plants. CRC Press. Boca Ratón, Florida.
- Barrell, J. P. and U. Grossniklaus. 2005. Confocal microscopy of whole ovules for analysis of reproductive development: the elongate1 mutant affects meiosis II. *The Plant J.* 43: 309-320.
- Bashaw, E. C. and W. W. Hanna. 1990. Apomictic reproduction. *In*: Chapman G. (ed.) *Reproductive Versatility in the Grasses*. Cambridge University Press. pp. 100-130.
- Dussi, D. M. A. and M. T. M. Willemse. 1999. Activity and localization of sucrose synthase and invertase in ovules of sexual and apomictic *Brachiaria decumbens*. *Protoplasma* 208: 173-185.

- Enríquez-Quiroz, J. F., A. R. Quero C., A. Hernández-Garay., and E. García-Moya. 2006. Azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees forage genetic resources for floodplains in tropical Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 53: 1405-1412.
- Meier, M, D Zappacosta, JP Selva, V Echenique. 2008. La apomixis, su estudio y posibles usos. *AgroUNS* 5(9): 10-13.
- Nogler, G. A. 1984. Gametophytic apomixis. *In*: B. M. Johri (ed.) *Embryology of Angiosperms*. Springer-Verlag, Berlin. pp 475-518.
- Nogler, G. A. 1994. Genetics of gametophytic apomixis: a historical sketch. *Pol. Bot. Stud.* 8: 5-11.
- Ozias-Akins, P. 2006. Apomixis: Developmental characteristics and genetics. *Critical Reviews in Plant Sciences* 25:199-214.
- Quero, CAR y JF Enríquez Q. 2003. Mejoramiento genético de gramíneas forrajeras en México. Importancia estratégica y avances. I. Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Noviembre 24 a 28. Aguascalientes, Ags. pp 1-18.
- Young, B. A., R. T. Sherwood, and E. C. Bashaw. 1979. Cleared pistil and thick sectioning techniques for detecting aposporous apomixis in grasses. *Can. J. of Bot.* 57: 1668-1672.
- Zietsman, J. 2014. *Hombre, Ganado y Pastizal*. Primera Edición en Español. BEEFpower LCC Publisher. 254p.

VARIABILIDAD FENOTÍPICA DE POBLACIONES DE PASTO NAVAJITA [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.] DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

PHENOTYPIC VARIABILITY OF BLUE GRAMA [*Bouteloua gracilis* (Willd. Ex Kunth) Lag. ex Steud.] POPULATIONS OF THE STATE OF CHIHUAHUA

Carlos Monzón Burgos¹, Pedro Jurado Guerra², Carlos Morales Nieto¹, Eduardo Santellano Estrada¹ y Raúl Corrales Lerma¹.

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

²Sitio Experimental La Campana-CIRNOC-INIFAP. a281392@uach.mx

Resumen

El pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) es nativo e importante para la ganadería. El objetivo fue evaluar la variabilidad morfológica en poblaciones de pasto navajita en el estado de Chihuahua e identificar individuos sobresalientes para su uso en la rehabilitación de pastizales. En 2015 se recolectaron 47 ecotipos de pasto navajita en el estado de Chihuahua, se trasplantaron en el Campo Experimental la Campana y se realizó la caracterización morfológica, rendimiento de forraje. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) y análisis de conglomerados (AC), mediante el programa estadístico SAS 9.1.3. El análisis de componentes principales (ACP) mostró que los tres primeros componentes (CP), explican el 82.5% de la variación. El CP1 presentó correlación significativa ($p < 0.0001$) con todas las variables evaluadas, con excepción de relación hoja-tallo. Al correlacionar el CP2 presentó correlación significativa ($p < 0.0001$) con la relación hoja-tallo (.92) y altura de planta (-.54). El CP3 presentó correlación significativa ($P \leq 0.0001$) solo con diámetro de macollo (.74). El análisis de conglomerados jerárquicos integró tres grupos basados en el método de WARD. El grupo II integró 16 poblaciones y se caracterizaron por presentar mayor rendimiento de forraje, altura de planta, peso de tallos, densidad de tallos y diámetro de macollo. Se obtuvo amplia diversidad morfológica por lo que estas poblaciones presentan características morfológicas importantes para ser utilizados en programas de restauración de pastizales. Los ecotipos P40, P12 y P19 presentaron el mayor potencial para producción de forraje. Las poblaciones P46 y P20 presentaron el mayor potencial para producción de semilla.

Introducción

La productividad de los pastizales en México y en el estado de Chihuahua han reducido su cobertura histórica en 15 % en los últimos 150 años, debido principalmente al sobrepastoreo, cambio de uso de suelo, entre otras (PACP-Ch, 2011). Por la anterior, necesaria la continua evaluación de especies nativas para diseñar y establecer planes de manejo, conservación y reintroducción de estas especies. Para realizar un programa de selección y mejoramiento genético, es importante realizar primero una buena recolecta de germoplasma en las poblaciones nativas de la especie de interés. Posteriormente, se realiza una caracterización morfológica para seleccionar individuos sobresalientes e identificar las características de interés en individuos sobresalientes, los cuales puedan ser registrados, liberados y utilizados en programas de rehabilitación de pastizales (Do Valle, 2001). El pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) es una especie de importancia económica y de alto contenido de proteína cruda, motivo por el cual es considerado el alimento más barato para el ganado. Sin embargo, en la actualidad se han reducido sus poblaciones, lo cual puede llegar a tener un impacto negativo en la funcionalidad de estos ecosistemas pastoriles

(Pellant *et al.*, 2005). Este pasto perenne es muy preferido por todo tipo de ganado (Melgoza *et al.*, 2016) y se distribuye en pastizales medianos y amacollados. Se adapta bien a suelos pesados o ligeramente alcalinos (Lebgue, 2002). Por la importancia de lo anterior, se planteó la presente investigación cuyo objetivo fue evaluar la variabilidad morfológica en poblaciones de pasto navajita en el estado de Chihuahua e identificar individuos sobresalientes para su uso en la rehabilitación de pastizales.

Materiales y Métodos

En el año 2015 se recolectaron 47 poblaciones de pasto navajita en diferentes municipios del estado de Chihuahua. En septiembre de 2017 se evaluaron las 47 poblaciones (Figura 1). Las poblaciones fueron clasificadas de acuerdo a la distancia y establecimiento en campo, ya que cada población estuvo separada a una distancia mínima de 50 km. La evaluación morfológica se realizó solo en las 47 poblaciones establecidas. Para la recolecta de los pastos se utilizó la metodología propuesta por Morales (2008). Las plantas fueron colocadas en cajas con suelo húmedo para su transporte y trasplante al Campo Experimental La Campana del INIFAP. El sitio donde se trasplantó el material recolectado es de topografía plana, suelos con textura franco arenoso y pH de 6.5. El clima es seco templado con veranos cálidos, temperatura media anual de 15 a 18 °C y precipitación promedio de 355 mm anuales (Royo y Lafón, 2008). Las poblaciones se mantuvieron en condiciones de precipitación natural, sin riegos adicionales.

En septiembre de 2017 se realizó la caracterización morfológica en la cual se midieron varios descriptores en cada población durante la etapa de floración. Los descriptores evaluados fueron: altura de follaje (AF), altura de planta (AP), diámetro de macollo (DM), peso de hoja (PH), peso de tallo (PT), relación hoja-tallo (RHT), densidad de tallos (DT) y rendimiento de forraje (RF). A los datos morfológicos se les realizó un análisis de componentes principales (ACP) y un análisis de conglomerados (AC), mediante el programa estadístico SAS 9.1.3 (2006). Para obtener la gráfica de dispersión y el dendrograma se utilizó el programa MINITAB 18.

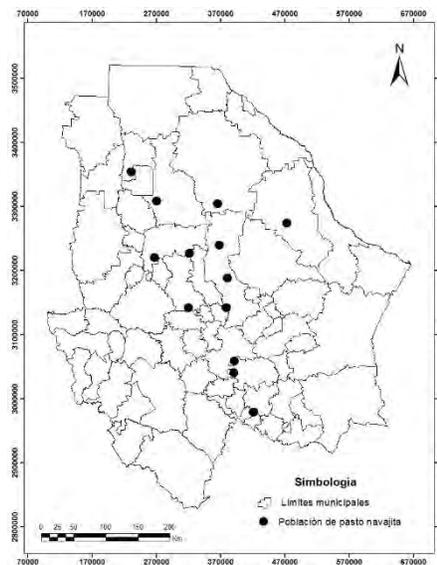


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo de las 47 poblaciones de pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) en Chihuahua, México.

Resultados y Discusión

La altura del follaje varió desde 16 hasta 50 cm y la altura de planta mantuvo un rango desde 56 hasta 103 cm, sin embargo, el diámetro de macollo mantuvo un rango de 10 a 26.5 cm. El peso de hojas y tallos varió de 1.6 a 70.4 g y 1.7 a 39.1 g, respectivamente. La RHT mantuvo un rango desde 0.68 hasta 3.88 y la DT fluctuó desde 14 hasta 254. Finalmente, la producción de forraje por planta se mantuvo desde los 3.3 hasta los 89 g planta⁻¹. En estudios realizados en donde evaluaron variables morfológicas (altura de planta, densidad de tallos por planta, entre otros) en colecciones de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) en Canadá, coinciden con los obtenidos en este trabajo (Schellenberg *et al.*, 2012). El análisis de componentes principales (ACP) mostró que los tres primeros componentes principales (CP), explican el 82.5 % de la variación total observada. Morales *et al.* (2016) encontraron que los tres primeros CP explicaron el 73.83 % de la variación total observada, al analizar la variabilidad morfológica de poblaciones de pasto banderita. Al analizar los vectores característicos de las variables de mayor valor descriptivo, respecto a su componente principal en las 47 poblaciones de pasto navajita, se encontró que las variables que explican la mayor parte de la variabilidad en el CP1 son rendimiento de forraje (g planta⁻¹), peso de tallo (g) y peso de hoja (g) (Cuadro 1). Estas variables están relacionadas con potencial para producción de forraje. Para el CP2 las variables que más contribuyeron fueron la relación hoja-tallo y peso de hoja. Sin embargo, para el CP3 fueron diámetro de macollo y la densidad de tallos (Cuadro 1). Morales *et al.* (2009) al analizar la variabilidad morfológica de poblaciones de pasto navajita en el estado de Chihuahua, reportan que las variables de mayor contribución para explicar la variación morfológica en el CP1 fueron rendimiento de forraje, densidad de tallos y altura de forraje, sin embargo, para el CP2 fueron grosor de espigas, longitud de inflorescencia y número de espigas. La figura 2 muestra cómo se comportaron las nueve variables y la distribución de la diversidad morfológica de las 47 poblaciones de pasto navajita, recolectados en el estado de Chihuahua. Se encontró amplia diversidad morfológica en las poblaciones y se observa que las variables que más contribuyeron fueron la relación hoja-tallo, peso de hoja, peso de tallo, rendimiento de forraje y altura de planta. Esta amplia variabilidad morfológica que se obtuvo en las poblaciones de pasto navajita sirve para seleccionar características de interés como rendimiento y calidad de forraje. Además, esta variación obtenida se puede conservar en bancos de germoplasma *ex situ* para utilizar esta variación o riqueza genética en programas de mejoramiento genético. Al correlacionar las nueve variables morfológicas con los tres primeros componentes principales se obtuvieron correlaciones significativas. El CP1 presentó una correlación significativa ($p < 0.0001$) con todas las variables evaluadas, con excepción de la relación hoja-tallo. Al correlacionar el CP2 presentó una correlación significativa ($p < 0.0001$) con la relación hoja-tallo (92.4 %), altura de planta (- 54.7 %) e índice de área foliar (46.6 %). El CP3 presentó correlación significativa ($P \leq 0.0001$) solo con el diámetro de macollo (74.2 %). Al realizar el análisis de conglomerados jerárquicos de las nueve variables morfológicas en las 47 poblaciones de pasto navajita, se obtuvieron tres grupos basados en el método de ligamiento Ward (Figura 3). El grupo I (G-I) integró a 18 originarias de los municipios de Chihuahua, Namiquipa, Parral, Villa Ahumada y Nuevo Casas Grandes. Este grupo de poblaciones se caracterizaron por presentar los mayores pesos de hojas. El grupo II (G-II) agrupó 16 poblaciones originarias del municipio de Chihuahua, Satevó, Buenaventura, Nuevo Casas Grandes y Coyame. Estas poblaciones se caracterizaron por presentar mayor rendimiento de forraje, mayor altura de planta, mayor peso de tallos, mayor densidad de tallos y mayor diámetro de macollo. Finalmente, el grupo III (G-III) reunió a 13

poblaciones originarias de los municipios de Cuauhtémoc, Namiquipa, Chihuahua, Satevó, Buenaventura y Nuevo Casas Grandes. Estas poblaciones presentaron los valores más altos en las variables altura de forraje y relación hoja-tallo (Figura 3).

Cuadro 1. Vectores característicos de las variables de mayor valor descriptivo, respecto a su componente principal en 47 poblaciones de pasto navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.].

Variable	Vector característico		
	CP1	CP2	CP3
Altura de follaje (cm)	0.600	0.477	-0.274
Altura de planta (cm)	0.603	-0.500	0.074
Diámetro de macollo (cm)	0.571	-0.001	0.725
Peso de hoja (g)	0.761	0.559	0.061
Peso de tallo (g)	0.922	-0.309	0.000
Relación hoja-tallo	-0.312	0.890	0.088
Densidad de tallos	0.739	-0.097	-0.477
Rendimiento de forraje (g planta ⁻¹)	0.937	0.241	0.041

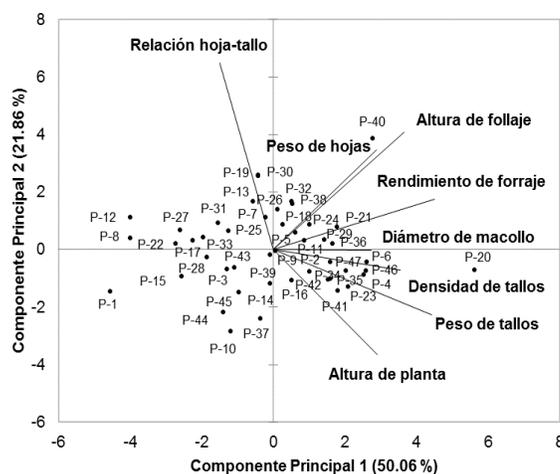


Figura 2. Distribución de la diversidad morfológica de 47 poblaciones de pasto navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.], en función de los dos primeros componentes principales, obtenidos con la matriz de correlación de las ocho variables.

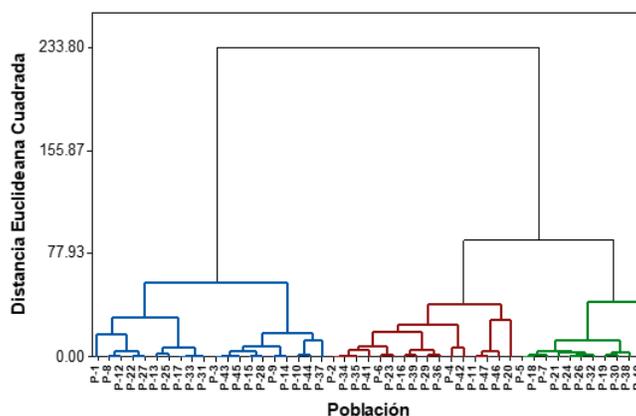


Figura 3. Dendrograma del análisis de ocho variables morfológicas en 47 poblaciones de pasto navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.] con base en el método de ligamiento Ward.

Conclusiones

Se encontró alta variabilidad morfológica dentro de las poblaciones de pasto navajita. Se detectaron ecotipos con potencial para ser utilizados para producción y calidad de forraje. Los ecotipos P40, P12 y P19 presentaron el mayor potencial para producción de forraje. Las poblaciones P46 y P20 presentaron el mayor potencial para producción de semilla. Finalmente, las poblaciones P12, P19 y P40 fueron las que presentaron potencial de calidad de forraje de acuerdo a su alta relación hoja-tallo. Estas poblaciones tienen potencial para ser incluidos en futuros programas de mejoramiento genético y posterior uso en programas de rehabilitación de pastizales.

Literatura Citada

- Do Valle BC. 2001. Genetic resources for tropical areas: achievements and perspectives. In: Proceed of the XIX International Grassland Congress. São Pedro, São Paulo, Brazil. Brazilian Soc. Anim. Husb. Sociedade Brasileira de Zootecnia:477-482.
- Lebgue, K. T. 2002. Gramíneas de Chihuahua. Manual de identificación. 3ª edición. Textos Universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
- Melgoza, A., C. R. Morales, J. S. Sierra, M. H. Royo, G. Quintana y T. Lebgue. 2016. Manual práctico para la identificación de las principales plantas en los agostaderos de Chihuahua. 3a ed. Unión Ganadera Regional de Chihuahua-Fundación PRODUCE Chihuahua. México.
- Morales, N. C. R., C. Avendaño, A. Melgoza, K. Gil, A. Quero, P. Jurado y M. Martínez. 2016. Caracterización morfológica y molecular de poblaciones de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) en Chihuahua, México. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 7:455-469.
- Morales, N. C., A. R. Quero, A. Melgoza, M. Martínez y P. Jurado. 2009. Diversidad forrajera del pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México. Tec. Pecu. Mex. 47:231-244.
- Morales, N. C., R. Quero, J. Pérez, A. Hernández y O. Le Blanc. 2008. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de pasto Banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en México. Agrociencia. 42:767-775.
- PACP-Ch. 2011. Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los Pastizales del Desierto Chihuahuense en el Estado de Chihuahua 2011 - 2016. Gobierno del Estado de Chihuahua, México.
- Pellant, M., P. Shaver, D. A. Pyke y J. E. Herrick. 2005. Interpreting Indicators of Rangeland Health. Version 3. Tech. Ref. 1734-6. USDI, Bureau of Land Management. Denver, CO.
- Royo, M. M. y A. Lafón. 2008. Capitulo II descripción fisiográfica, diversidad vegetal y vertebrados del rancho experimental la campana. En Rancho Experimental La Campana 50 Años de Investigación y Trasferencia de

Tecnología en Pastizales y Producción Animal. A. Chávez y R. Carrillo. ed. Catalogación bibliográfica del INIFAP-CIRNOC., México.

SAS, Institute Inc. 2006. SAS 9.1.3 User's guide. Cary, NC, USA.

Schellenberg, M. P., B. Biligetu, J. McLeod y Z. Wang. 2012. Phenotypic variation of side-oats grama grass [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] collections from the Canadian prairie. Can. J. Plant Sci. 92:1043-1048.

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR VS FERTILIZACIÓN TRADICIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA (*Medicago sativa*) EN GUADALUPE ZACATECAS

EFFECT OF FOLIAR FERTILIZATION VS TRADITIONAL FERTILIZATION IN THE PRODUCTION OF ALFALFA (*Medicago sativa*) IN GUADALUPE ZACATECAS

Francisco J. Macias¹, Rómulo Bañuelos¹, Carlos Meza¹, Daniel Rodríguez¹, Braulio Lozano¹, Lucia Delgadillo²
¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ²Unidad Académica de Biología. Universidad Autónoma de Zacatecas.

Resumen

El propósito del trabajo fue evaluar los parámetros productivos de alfalfa (*Medicago sativa*), el rendimiento, incremento de la cantidad y calidad del forraje por el uso de la fertilización foliar, vs fertilización tradicional en el Municipio de Guadalupe Zacatecas. La siembra de la alfalfa de la variedad Silver de Asgrow fue en el Rancho la Esperanza Guadalupe Zacatecas a Latitud 23°09'18.3' longitud 102°16'11.5'. En cuanto a la aplicación de fertilizante foliar, se realizó dos veces entre corte y corte a razón de N = 200 gr/h, P = 100 gr/ha, K = 200 gr/ha y Mg = 400 gr/ha; los datos obtenidos de cada determinación, fueron analizados mediante un análisis de medidas repetidas, se realizaron 3 muestreos en noviembre 11, enero 15 y 5 de marzo se produjeron 5942.6 kg/ha sin fertilización foliar (SF) vs 10509.3 kg/ha con fertilizante foliar, (CF), 1893.3 (SF) vs 7054.6 (CF), 25168.5 (SF) vs 35185.7 (CF), se observo mayor maleza en el mes de noviembre 0.0439 kg/ha, mayor cantidad de tallos el 5 de marzo 0.2414 kg/ha, lo mismo que hojas 0.2583 kg/ha y coincidentemente se observo mayor cantidad de material muerto.

Palabras clave: Fertilizante foliar, tradicional, alfalfa, (*Medicago sativa*)

Introducción

La alfalfa (*Medicago sativa*) es uno de los cultivos de forraje más importantes en el mundo debido a su alto valor nutritivo, resistencia a la sequía y buena adaptabilidad al clima riguroso y a las malas condiciones del suelo. Por lo tanto, ahora es la especie más promocionada para pastizales artificiales, especialmente en regiones áridas y semiáridas (Cui *et al.*, 2018). En el estado de Zacatecas, la alfalfa está posicionada dentro de las cadenas agrícolas con mayor importancia económica, e incrementó la superficie sembrada de 8,600 a 13,500 ha del 2000 a 2014. Su producción se lleva a cabo bajo condiciones de riego, específicamente con agua subterránea. Moreno *et al.*, (2011) mencionaron que este cultivo demanda 15,000 m³ ha⁻¹ de agua de riego, lo que representa, de acuerdo con la superficie sembrada actual, un volumen importante que incide en el abatimiento de los acuíferos. Esta leguminosa se adapta a diferentes ambientes, fija nitrógeno al suelo y produce forraje de excelente calidad nutricional (Sánchez *et al.*, 2017).

Para conseguir alta productividad en el cultivo de la alfalfa se debe asegurar una adecuada preparación de la cama de siembra, analizar la necesidad de fertilización, controlar la calidad de la semilla, ajustar la densidad de siembra y cuidar el manejo inicial. La alfalfa y las pasturas con esta leguminosa han sido por mucho tiempo, los forrajes básicos utilizados como fuente de nutrientes para el ganado. En la actualidad se mantiene su vigencia en las unidades de producción de carne o leche que requieren de forrajes en calidad y cantidad. Los requerimientos

nutricionales varían según el nivel de producción y el manejo al que está sometido el cultivo. Por ejemplo, las necesidades son máximas cuando la alfalfa se usa exclusivamente para corte, porque no existe un reciclado de nitrógeno a través de la orina o del potasio y del fósforo mediante la bosta. El fósforo es necesario para lograr un establecimiento exitoso y un buen desarrollo de las raíces. La alfalfa obtiene el nitrógeno mediante su relación simbiótica con el *Rizobium*. Los excedentes quedan en el suelo y la cantidad fijada depende del número de plantas que tiene la pastura. El potasio es demandado en altas cantidades y es esencial para aumentar la tolerancia al frío y para brindar una mayor resistencia a ciertas enfermedades. El calcio es vital para la fijación del nitrógeno y para promover el desarrollo radicular. Por su parte, el magnesio está relacionado con el metabolismo de los carbohidratos. El azufre interviene en la síntesis de las proteínas. Es deficitario en los suelos arenosos y esa situación se acentúa a partir del segundo año de cultivo. El boro actúa sobre el movimiento del calcio en la planta y es fundamental en la velocidad de crecimiento radicular, en las nuevas hojas y en el desarrollo de yemas (Duarte, 2010). Se menciona que una característica principal de la alfalfa es el alto contenido de N total que, casi exclusivamente en forma de proteínas y aminos, se le encuentra principalmente en las hojas. Comparada con otras especies, el forraje de alfalfa tiene un mayor contenido de proteínas y por consiguiente, altos requerimientos nitrogenados. Bajo condiciones de riego, determinaron que para producir 21,3 y 47,5 ton de materia seca (MS) ha⁻¹ año⁻¹, la alfalfa extrae entre 784 y 1120 kg de N ha⁻¹, respectivamente. Bajo condiciones de temporales establecieron que una producción de alfalfa de 15 ton MS ha⁻¹ año⁻¹ requiere de 450 kg de N ha⁻¹ (Racca y González, 2010).

El propósito del trabajo fue evaluar los parámetros productivos de alfalfa (*Medicago sativa*), el rendimiento, incremento de la cantidad y calidad del forraje por el uso de la fertilización foliar, vs fertilización tradicional en el Municipio de Guadalupe Zacatecas. Así mismo se plantea como hipótesis que el uso de la fertilización foliar dará mejores rendimientos que la fertilización tradicional, en cuanto a incrementar la producción, de alfalfa (*Medicago sativa*), en el Municipio de Guadalupe Zacatecas.

Materiales y Métodos

El trabajo de campo se realizó en el Rancho la Esperanza Guadalupe Zacatecas a Latitud 23°09'18.3' longitud 102°16'11.5' y a una altura aproximada de 2,275 msnm. El clima es templado semiseco, tiene una temperatura media de 16° con una precipitación anual de 400 a 500 milímetros predominante durante el verano. Los vientos dominantes en esta localidad, en primavera, son del sur, sureste, este noreste y sureste con una velocidad de 8 km/h del sureste de 14 km/h y oeste de 3 km/h, en invierno sur, sureste, este, noreste y oeste de 8 km/h y del norte 3 km/h.

Para el cultivo de la alfalfa, la variedad usada para el trabajo Silver de Asgrow. De acuerdo con la información de Espinoza, (2011) el cultivo de la alfalfa se debe de realizar como se indica a continuación: La alfalfa prefiere los suelos profundos, donde encuentra espacios suficientes para extender y desarrollar sus abundantes raíces.

Para lograr la máxima calidad y rendimiento se sugiere realizar los cortes cada 25 a 28 días en primavera y verano; en el otoño cada 30 a 35 días y en invierno cada 40 a 45 días.

Fertilización. En cuanto a la aplicación de fertilizante foliar, se realizó dos veces entre corte y corte a razón de N = 200 gr/h, P = 100 gr/ha, K = 200 gr/ha y Mg = 400 gr/ha, estas cantidades son en base a un estimado nutricional de las plantas calculado para la región (Avendaño, 2004).

Para preparar la cantidad de fertilizante foliar con la dosis recomendada, se realizaron los siguientes cálculos. Sulfato de amonio, Ácido fosfórico, Sulfato de potasio, Sulfato de magnesio. Primero se mezclan muy bien todos los productos sólidos y al final se le agrega el producto líquido que es el ácido fosfórico, una vez preparada la mezcla se guarda en bolsa de plástico bien sellada. Estas cantidades se disuelven en 200 litros de agua y se usa la boquilla más fina, además se debe de aplicar muy temprano o muy tarde, esta cantidad es para una hectárea de cultivo. Análisis estadístico: Los datos obtenidos de cada determinación, fueron analizados mediante un análisis de medidas repetidas (SAS, 2011).

Resultados y Discusión

Los datos obtenidos de los diferentes muestreos que se le hicieron al cultivo de alfalfa se muestran en el Cuadro 1, se observa que en la primer fecha de corte o toma de la muestra del cultivo, el rendimiento fue mayor que la fecha del 15 de enero, sin embargo los mayores rendimientos se tuvieron en la última fecha, estos datos indican que conforme el clima se hace más frío el cultivo de alfalfa tiende a verse afectado por las baja temperaturas, por lo que al haber menores rendimientos se infiere que también puede existir baja calidad nutritiva, así como , en cantidad de forraje disponible, por lo que se tiene que prever con antelación esta baja de disponibilidad de forraje y tomar las medidas necesarias para mantener a los animales en buen estado nutricional, esto es, que se pueden vender los animales que se estime que no se van a poder mantener o bien hacerse del alimento en la cantidad suficiente para mantener al número de animales con que se cuenta, esto último trae como consecuencia un incremento en el costo de producción de los animales, dado que la compra de forraje siempre tiene un costo mayor al que se produce dentro de la unidad de producción.

Cuadro 1.- Peso de la alfalfa cosechada con y sin fertilizante foliar en diferentes fechas

Fecha	Peso de alfalfa (kg/ha) sin fertilización foliar (SF)	Peso de alfalfa (kg/ha) con fertilización foliar (CF)
11/11/	5942.6	10509.3
15/01/	1893.3	7054.6
05/03/	25168.5	35185.7

En la figura 1 Se puede apreciar muy claramente que los mayores rendimientos en cuanto a forraje producido son muy superiores en la alfalfa a la cual se le estuvo aplicando el fertilizante foliar, lo que indica que una nutrición adecuada a la planta redundo en mayores rendimientos por unida de superficie cultivada.

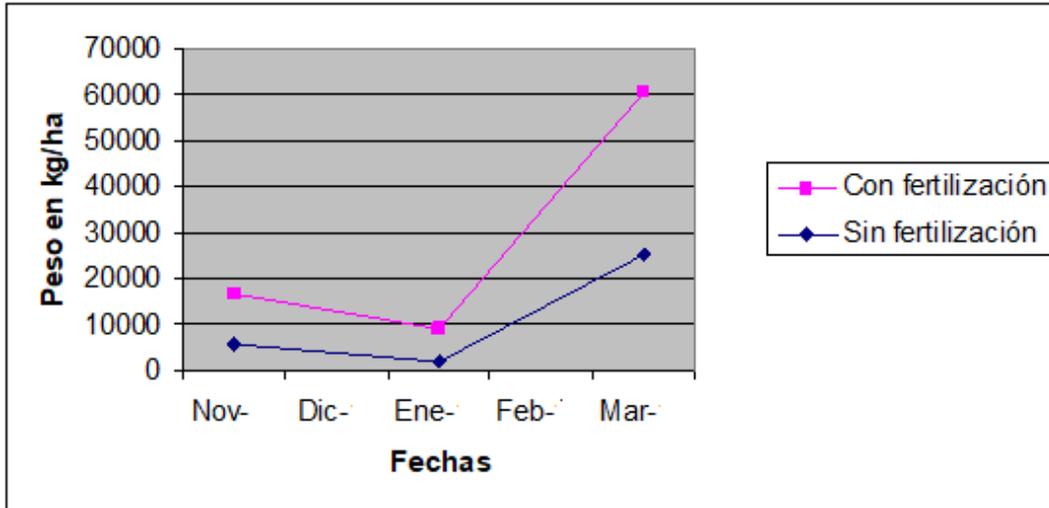


Figura 1.- Rendimiento de la alfalfa en tres fechas diferentes con y sin fertilización foliar

Otros datos que se obtuvieron durante los muestreos de la alfalfa fueron el peso de los tallos, de las hojas, de la maleza y del material muerto, en donde se obtuvieron los resultados que se muestran en el Cuadro 2, en el cual se observa que en cuanto al peso de los tallos en donde no se aplico fertilización foliar en general tuvo una tendencia hacia la baja, sin embargo después del mes de enero manifestó una tendencia algo exagerada al alza, lo cual coincide con la época cuando se presentan las temperaturas algo más cálidas, en cuanto al peso de las hojas presentan un comportamiento opuesto, es decir siempre fueron hacia la baja aún cuando se tuvieron temperaturas más favorables, esto muy probablemente debido a una nutrición deficiente de la planta .

En cuanto al peso de la maleza, se observa en el mismo Cuadro 2, que presenta una tendencia general hacia la disminución, esto muy probablemente debido al mayor sombreado que provoca una mayor longitud de los tallos y quizás también resienten la falta de nutrición. Sin embargo el peso del material muerto en este caso se observa que presenta una ligera tendencia al incremento, y observando los datos es de esperarse dado que si no hay mayor incremento de hojas ni de maleza, entonces todo el material que había de este tipo pasa a ser material muerto.

Cuadro 2.- Peso de tallos y hojas de alfalfa, además peso de maleza y material muerto en tres fechas diferentes sin fertilización foliar.

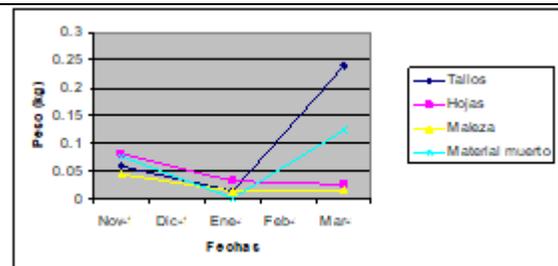


Figura 2.- Peso de tallos, hojas, maleza y material muerto en el muestreo de la alfalfa sin fertilización foliar

Fecha	Tallos	Hojas	Maleza	Material muerto
11/11/	0.0599	0.0807	0.0439	0.0768
15/01/	0.0140	0.0329	0.0148	0.0022
05/03/	0.2414	0.2583	0.0158	0.1254

En la Figura 2, se observan las tendencias de los diferentes parámetros que se consideraron en el muestreo de la alfalfa en tres fechas diferentes, la tendencia de los tallos y las malezas a incrementarse son dos aspectos que no son deseables dado que no contribuyen mucho a la calidad nutritiva de un cultivo forrajero y si es de preocuparse por el aspecto de una baja considerable en la producción de hoja, dado que es en las hojas en donde se ha encontrado el mayor porcentaje de proteína.

Para el caso de la alfalfa en la cual se le aplicó fertilización foliar, en el Cuadro 3, Se observa que en relación al peso de los tallos y de las hojas existe una tendencia clara al incremento después del mes de Enero, siendo notoria la diferencia con respecto a la alfalfa a la cual no se le realizó la fertilización foliar. Con respecto a la cantidad de malezas, se ve claramente que en la alfalfa fertilizada foliarmente la disminución es muy notoria en comparación con la alfalfa no fertilizada, esta situación muy probablemente se derive de que existe una mayor cobertura de tallos y hojas en el cultivo fertilizado foliarmente, debido a que se genera mayor sombreado evitando la proliferación de plantas que de momento no son deseables. Con respecto a al peso del material muerto se observa que en la alfalfa fertilizada foliarmente existe una disminución drástica con respecto a la que no se fertilizó, esto es, que existe la posibilidad de obtener un mayor rendimiento de la planta de interés, de esto se deriva que cuando el cultivo forrajero se cosecha en su momento adecuado, las pérdidas por este aspecto se pueden minimizar.

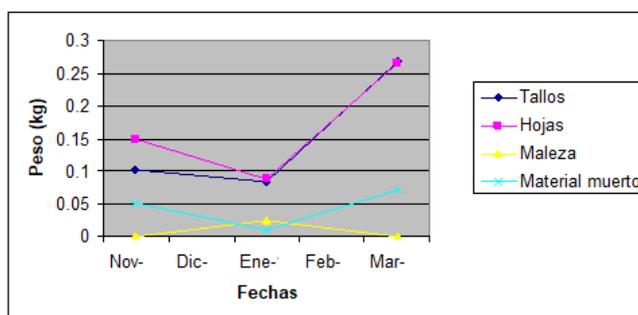


Figura 3.- Peso de tallos, hojas, maleza y material muerto en el muestreo de la alfalfa con fertilización foliar.

Cuadro 3.- Peso de tallos y hojas de alfalfa, además peso de maleza y material muerto en tres fechas diferentes con fertilización foliar.

Fecha	Tallos	Hojas	Maleza	Material muerto
11/11/	0.1019	0.1490	0.0000	0.0508
15/01/	0.0831	0.0879	0.0239	0.0094
05/03/	0.2671	0.2652	0.0000	0.0721

Se menciona que la alfalfa es uno de los recursos forrajeros de alta calidad más importantes, sin embargo, su potencial de rendimiento en ocasiones se ve restringido por un bajo nivel de P en el suelo. En una la investigación realizada en alfalfas por un periodo de cuatro años luego de la aplicación de fósforo en suelos Molisoles. La producción de alfalfa se relacionó con el fósforo

extractable (Ps) por lo que valores cercanos a 25 mg/kg corresponde a un 90% del rendimiento máximo, se observó que la fertilización fosforada incrementó la producción de alfalfa durante los 4 años del experimento, con una eficiencia de 228 kgMS/kg P aplicados, dándose la máxima producción al segundo año, con dosis de 100 kg de P/ha (Marino y Berardo, 2005). La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es la leguminosa más utilizada en la alimentación del ganado a nivel mundial, su importancia radica en el rendimiento y valor nutritivo. Su fenología y tasa de regeneración permite realizar cosechas repetidas (Montes *et al.*, 2016).

En cuanto a la fertilización con potasio se menciona que la alfalfa requiere grandes cantidades de este elemento, pues este elemento le confiere la resistencia al frío, sequía y almacenamiento de reservas. Se recomienda aplicar potasio de fondo antes de la siembra junto con el fósforo. El la fertilización con potasio de mantenimiento se realizará anualmente al final del invierno. En suelos pobres se recomienda una fertilización con potasio de fondo de 200-300 kg/ha y restituciones anuales de 100-200 kg/ha. Una unidad de fertilizante es igual a 1 kg de nitrógeno, de fósforo o de potasio (<http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa.htm> Activa 27 agosto de 2011). Se menciona que las pasturas perennes componen la base forrajera en la cual se sustenta la producción de carne en nuestro país. La alfalfa (*Medicago sativa* L.) constituye uno de los recursos forrajeros más importantes del país, tanto por su enorme adaptación a diferentes climas y suelos, como por su elevada calidad forrajera. Además esta pastura le brinda al productor ganadero, forraje de alta calidad durante gran parte del año y la posibilidad de transferir excedentes para los periodos críticos. La alfalfa es una especie de gran plasticidad que puede prosperar en regiones semiáridas, sub-húmedas y húmedas. Requiere de suelos bien aireados y profundos, está adaptada para resistir deficiencias hídricas prolongadas y además está dotada de una raíz que le permite penetrar en profundidad en el perfil del suelo, por ello tolera sequías, pero es muy sensible a la falta de oxigenación que ocurre cuando el suelo esta anegado. La alfalfa es una de las especies más sensibles a la acidez. Cuando el pH se encuentra por debajo de 6,5 se obtiene una respuesta positiva al encalado. A su vez, con valores de pH superiores a 6,5 la disponibilidad de algunos nutrientes esenciales para el cultivo como Boro, Zinc y Fósforo se ve reducida, (Moreno y Talbot, 2011).

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos para el cultivo de la alfalfa, se puede decir que al fertilizar foliarmente y con la dosis de fertilización que se manejó, se logró mejorar de manera significativa la cantidad y la calidad de este cultivo forrajero.

Literatura Citada

- Avendaño, M.J.C. 2004. Diplomado Formación de asesores en pastoreo intensivo tecnificado. FIRA-Zacatecas. Jerez, Zac.
- Cui, Z., Liu, Y., Jia, C., Huang, Z., He, H., & Han, F. (2018). Field Crops Research Soil water storage compensation potential of herbaceous energy crops in semi-arid region. *Field Crops Research*, 223(February), 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.03.026>
- Espinoza, C. J. M^a. 2011. El cultivo de la alfalfa y su tecnología de manejo. Folleto para Productores Núm. 22. INIFAP-Fundación Produce, Aguascalientes. <http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/fp22.html> Activa 12 de septiembre de 2011
- Marino M.A. and Berardo, A. 2005. Alfalfa forage production under different phosphorus supply strategies. *Better Crops*/vol.89 No. 4.
- Montes Cruz, F.J., Castro, R. R., Aguilar, B.S., Sandoval, T.S., y Solis, O.,M.M. (2016). Acumulación estacional de

- biomasa aérea de alfalfa Var . Oaxaca criolla (*Medicago sativa* L .) Seasonal aerial biomass accumulation of native lucerne (*Medicago sativa* L .). Rev . Mex.Cienc Pecu 7(4): 539-552.
- Moreno, S. G. y Talbot, W. M. L. 2011. Fertilización equilibrada. Informe Técnico. Departamento Técnico. Stoller, Argentina S. A. www.stoller.com.ar:info@stoller.com.ar
- Racca, Roberto W. And González, Norma. 2010. Capitulo 4 Nutrición nitrogenada de la alfalfa e impacto de la fijación biológica del nitrógeno. Editor Editor: Daniel H. Basigalup Libro El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina. Ediciones INTA. Argentina. Pp 67-79.
- Sánchez, R. A., Servin, M., Gutiérrez, H., & Serna, A. (2017). Eficiencia en el uso del agua de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L .) con sistema de riego subsuperficial Water use efficiency of alfalfa varieties (*Medicago sativa*) with subsurface irrigation system, 8(4), 429–435.

USO DE AGROQUÍMICOS EN PLANTULAS DE *Bouteloua curtipendula*

USE OF AGROCHEMICALS IN *Bouteloua curtipendula* SEEDLINGS

Filogonio J. Hernández^{1*}, Adrián R. Quero², Patricia Landa³ y Mauricio Velázquez⁴

*Autor para correspondencia: fjesushg@hotmail.com

¹Universidad Politécnica Francisco I. Madero. Domicilio conocido. 42660, Francisco I. Madero, Estado de Hidalgo. México. Tel 01 (738) 724 1174. ²Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Km 34.5 Carr. México- Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México. México. Teléfono (595) 95 20 200 ext. 1712; 1714.

³Departamento de Agroindustrias, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Texcoco, Estado de México, México. Tel 01 (595) 9521500. ⁴INIFAP, Campo Experimental San Luis. Km. 14.5 Carretera San Luis-Matehuala Soledad de Graciano Sánchez. 78430, San Luis Potosí, México. Teléfono: 01 (55) 38718700, ext. 83407.

Resumen

El objetivo fue la aplicación de agroquímicos utilizados para controlar maleza de hoja ancha, 2,4-D amina, 2,4-D éster, atrazina así como la combinación de 2,4-D amina y atrazina a tres concentraciones, 1000, 1500 y 2000 g en 200 L de agua. El experimento se realizó en invernadero de agosto a septiembre de 2018. El sustrato utilizado fue a base de corteza, grava de tezontle (≤ 1.0 cm) tepetate y gallinaza. La semilla de pasto Banderita fue con unidades de dispersión completas, las cuales fueron sembradas en charolas de 1 L con drenaje a 1 cm de profundidad. Se usaron tres charolas por tratamiento y fecha de aplicación y en cada charola se marcó a cuatro plántulas para medir altura y registrar la mortalidad. Se usó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y cuatro submuestras; los datos se analizaron con GLM de SAS (Tukey $\alpha=0.05$). Se observaron diferencias en el uso de agroquímicos a 19, 24, 29 y 34 días después de siembra (dds; $P<0.001$) y se observó que a mayor edad de las plántulas, esto es a 29 y 34 la mortalidad es muy baja. La aplicación de agroquímicos específicos para maleza de hoja ancha, resultó dañina para las plántulas de pasto Banderita en sus estadios tempranos.

Palabras clave: 2,4-D amina, 2,4-D éster, Atrazina.

Introducción

En el establecimiento de pastos nativos en temporal intervienen muchos factores como la preparación de terreno, calidad de semilla, profundidad de siembra, apisonado, entre los principales (Velázquez et al., 2015; Quero et al., 2016), sin embargo, una vez realizada la siembra la competencia con malezas de hoja ancha y pastos anuales determinará la calidad de la pradera.

El uso de agroquímicos como la atrazina (2-cloro-4-(etilamina)-6-(isopropilamina)-1,3,5-triazina), según Bahler *et al.* (1984), este herbicida puede eliminar malezas de hoja ancha de manera muy efectiva en campo, pero causa mayor mortalidad de plántulas de pastos nativos a mayor concentración (1.1, 2.2 y 3.4 kg ha⁻¹). Por otro lado la amina 2,4-D amina y 2,4 D éster pueden, teóricamente, ser empleados como fitorreguladores y como herbicidas sin más que variar el momento de aplicación y la dosis. Se consideran herbicidas hormonales, sistémicos y selectivos. Las sales se absorben por las raíces mientras que los ésteres se absorben rápidamente por las hojas; ambos se traslocan y acumulan en las zonas meristémicas de brotes y raíces, principalmente, por tanto, actúan como inhibidores del crecimiento, además, estimulan la síntesis de los ácidos nucleicos y de las proteínas, afectando la actividad de las enzimas, la respiración y la división celular (Avilés y Ayala, 1994).

Sin embargo la aplicación en estado de plántula en pastos nativos como pasto Banderita aún no está documentado. Por lo que el objetivo del estudio fue evaluar el porcentaje de plantas vivas posterior al uso de agroquímicos como el 2,4-D amina, 2,4-D éster y atrazina, así como la combinación de 2,4-D amina y atrazina a tres concentraciones 1000, 1500 y 2000 g diluidos en 200 L de agua aplicadas a 14, 19, 24, 29 y 34 días después de la siembra.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en condiciones de invernadero en Montecillo, Texcoco, Edo. de México de agosto a septiembre de 2018. El material vegetal corresponde a la variedad Ndem-303 de pasto Banderita. Las semillas fueron cosechadas en diciembre de 2018 en Chilcuautila, Hidalgo y permanecieron en condiciones de laboratorio en bolsas de polietileno. En julio de 2018 se caracterizó a las semillas para germinación, viabilidad y pureza de acuerdo a Quero *et al.* (2016). El sustrato constó de 55% de corteza de árbol, 30% gravilla de tezontle (1cm), 5% gallinaza y tepetate 10%. Las semillas o unidades de dispersión completas fueron tratadas en con cal (hidróxido de calcio) a solución de 200 g de cal por cada 10 litros de agua durante 4 horas y se sembraron en charolas de 1 L de capacidad con drenaje a densidad de 1.0 g de semilla por charola, esto es 30 cariósides o semillas botánicas por charola.

La fertilización con urea inició desde 10 días después de la siembra y se aplicó cada 5 días hasta terminar el experimento y también se usó metalaxil cada 7 días y hasta terminar el experimento. Los riegos fueron a saturación por aspersión con agua del lugar, cada que lo necesitó la planta.

Los tratamientos constaron de tres agroquímicos usados en la agricultura para control de hoja ancha esto fue la combinación 2,4-D amina; 2,4-D éster, atrazina y la combinación de 2,4-D amina + atrazina con tres niveles de concentración 1000, 1500 y 2000 ml en cada 200 litros de agua. Cada tratamiento tuvo tres charolas y en cada una de ellas se marcó con un anillo de color a cuatro plantas. Las lecturas de altura (cm) para todos los tratamientos fueron a los días 14, 19, 24, 29 y 34 después de siembra. Por otro lado, la aplicación de agroquímicos fue inmediatamente después de la toma de lectura de altura para cada fecha, la cual fue hasta donde la hoja de más altura conservó el color verde. Cabe mencionar que la lectura de planta se hizo antes de llegar a la fecha indicada y también después de la aplicación con el fin de observar el efecto del agroquímico. La aplicación de los agroquímicos fue con rociador manual; esta actividad realizó en dos ocasiones, en la cual se giró en 180 grados a la charola para mejor exposición de las plántulas. Para cada tratamiento se tuvo un rociador.

Las variables evaluadas fueron altura de planta y mortalidad de plántulas. La mortalidad de las plántulas se determinó al morir las plántulas marcadas con un anillo, donde sirvió para tomar altura de planta cada 5 días. Los datos se transformaron al seno + 1.5 para ser analizados en un diseño completamente al azar con tres repeticiones y cuatro submuestras y se usó SAS (2009) y Tukey (0.05).

Resultados y Discusión

Las semillas de pasto Banderita en la caracterización de las semillas mostró 18% de llenado, 90% de pureza, 85% de germinación y 83% de viabilidad, lo cual nos indica que la semilla es de calidad. Se observó diferencia significativa a los 19, 24 29 y 34 días después de siembra (dds; $P < 0.001$) donde la aplicación de atrazina a cualquier concentración y en combinación con 2,4-D ocasionó la mayor mortalidad a 14 y 19 dds, lo anterior, consignado por Bhaler *et al.* (1984) sin embargo a

mayor edad de las plántulas, el efecto de los agroquímicos en general fue menor y a 34 dds fue nulo.

La aplicación a 14 dds con 2,4-D amina y 2,4-D éster resultó en la mortalidad de 50 % y las sobrevivientes tuvieron un crecimiento, y no concuerda con lo mencionado por Avilés y Ayala (1994) donde las plantas de *Brachiaria* resistieron más el uso de éstos agroquímicos y en nuestro estudio el crecimiento de las plántulas disminuyó en comparación con aquellas plántulas donde la aplicación fue realizada a 24, 29 o 34 dds ($P < 0.001$). Por tanto, a mayor edad de las plántulas la mortalidad fue menor y el crecimiento se observó en menor medida disminuido.

Cuadro 1. Mortalidad de plántulas de pasto Banderita cuando se aplicó herbicidas a partir del día 14 después de la siembra en condiciones de invernadero.

No	Tratamiento	concentración (mm / 200 L de agua)	Fecha de aplicación	Porcentaje de plantas vivas					Altura (cm)				
				14	19	23	28	33	14	19	23	28	33
1	2,4-D amina	1000	14	100	100	67	67	58	7.64	4.60	4.38	4.44	4.93
2	2,4-D amina	1500	14	100	100	83	83	75	4.08	5.05	4.35	3.45	5.43
3	2,4-D amina	2000	14	100	100	42	42	25	3.61	5.07	4.70	4.40	6.00
4	2,4-D éster	1000	14	100	100	58	58	42	3.48	3.81	3.29	2.57	5.10
5	2,4-D éster	1500	14	100	50	42	42	42	3.88	4.33	4.70	5.00	8.26
6	2,4-D éster	2000	14	100	100	100	100	92	3.88	3.53	3.47	3.50	4.15
7	Atrazina	1000	14	100	92	92	92	83	4.02	3.64	3.56	3.64	4.17
8	Atrazina	1500	14	100	83	83	83	75	4.88	3.60	3.57	3.70	4.39
9	Atrazina	2000	14	100	75	75	75	67	3.46	3.67	3.61	3.72	4.38
10	2,4D amina + atrazina*	1000	14	100	67	67	67	58	4.10	3.69	3.56	3.66	4.29
11	2,4D amina + atrazina	1500	14	100	58	58	58	50	4.85	3.71	3.64	3.83	4.67
12	2,4D amina + atrazina	2000	14	100	50	50	50	50	4.10	3.78	3.75	4.05	4.67
1	2,4-D amina	1000	19	100	100	100	100	100	4.1	6.6	6.3	5.9	6.3
2	2,4-D amina	1500	19	100	100	100	100	100	4.2	6.9	6.6	6.3	7.5
3	2,4-D amina	2000	19	100	100	75	75	42	3.6	6.8	6.8	6.2	7.6
4	2,4-D éster	1000	19	100	100	75	75	67	3.6	4.7	5.3	5.4	6.8
5	2,4-D éster	1500	19	100	100	58	58	50	3.6	6.2	6.7	7.2	8.8
6	2,4-D éster	2000	19	100	100	100	100	92	4.3	5.3	5.3	5.3	6.4
7	Atrazina	1000	19	100	100	83	83	75	3.9	5.4	6.7	7.9	9.8
8	Atrazina	1500	19	100	100	100	100	100	4.6	5.6	6.7	7.8	9.1
9	Atrazina	2000	19	100	100	92	92	50	3.7	4.7	4.9	5.2	6.8
10	2,4D amina + atrazina*	1000	19	100	100	33	33	33	4.2	6.0	6.7	6.5	6.6
11	2,4D amina + atrazina	1500	19	100	100	100	100	100	4.6	5.8	6.8	7.9	9.3
12	2,4D amina + atrazina	2000	19	100	100	17	17	0	3.3	4.0	3.9	4.5	0.0
1	2,4-D amina	1000	24	100	100	100	100	100	5.7	7.4	7.5	7.6	8.8
2	2,4-D amina	1500	24	100	100	83	83	67	4.8	6.1	6.4	6.3	7.5

3	2,4-D amina	2000	24	100	100	0	0	8	4.0	6.8	7.2	7.5	8.8
4	2,4-D éster	1000	24	100	100	83	83	75	3.2	4.1	4.9	5.4	6.7
5	2,4-D éster	1500	24	100	100	75	75	67	3.6	5.7	6.7	7.3	8.9
6	2,4-D éster	2000	24	100	100	100	100	83	3.9	6.6	6.9	7.3	10.2
7	Atrazina	1000	24	100	100	100	100	0	4.4	7.4	7.9	8.4	0.0
8	Atrazina	1500	24	100	100	100	100	0	4.7	7.1	7.5	7.9	0.0
9	Atrazina	2000	24	100	100	100	100	50	4.1	6.8	7.4	8.0	13.5
10	2,4D amina + atrazina*	1000	24	100	100	83	83	33	5.0	6.8	7.0	7.2	8.5
11	2,4D amina + atrazina	1500	24	100	100	100	100	0	4.7	7.0	7.5	8.0	0.0
12	2,4D amina + atrazina	2000	24	100	100	100	100	92	2.9	4.3	5.9	7.5	9.7
1	2,4-D amina	1000	29	100	100	100	100	100	4.8	8.6	9.6	10.6	9.4
2	2,4-D amina	1500	29	100	100	100	92	83	4.7	6.3	6.9	7.7	7.7
3	2,4-D amina	2000	29	100	100	100	100	92	3.9	6.4	6.6	6.8	7.9
4	2,4-D éster	1000	29	100	100	100	83	67	3.4	3.8	4.2	4.8	6.2
5	2,4-D éster	1500	29	100	100	100	100	100	3.8	5.8	8.0	10.2	11.0
6	2,4-D éster	2000	29	100	100	100	100	100	3.5	6.3	8.1	9.8	12.8
7	Atrazina	1000	29	100	100	100	92	0	4.3	6.8	8.5	10.1	0.0
8	Atrazina	1500	29	100	100	100	100	100	4.7	6.5	7.5	8.4	9.6
9	Atrazina	2000	29	100	100	100	100	100	3.9	5.1	6.5	7.7	8.9
10	2,4D amina + atrazina*	1000	29	100	100	100	100	100	4.3	6.0	6.7	7.3	8.7
11	2,4D amina + atrazina	1500	29	100	100	100	100	100	4.7	6.5	7.4	8.2	9.4
12	2,4D amina + atrazina	2000	29	100	100	100	92	92	2.9	4.0	5.4	7.0	8.2
1	2,4-D amina	1000	34	100	100	100	100	100	4.0	6.5	7.3	8.0	9.7
2	2,4-D amina	1500	34	100	100	100	100	100	5.2	6.9	7.1	7.3	8.7
3	2,4-D amina	2000	34	100	100	100	100	100	4.1	7.2	7.7	8.1	9.2
4	2,4-D éster	1000	34	100	100	100	100	100	2.4	4.4	5.3	6.3	6.3
5	2,4-D éster	1500	34	100	100	100	100	100	3.5	5.6	7.2	8.8	10.3
6	2,4-D éster	2000	34	100	100	100	100	100	3.9	5.8	7.4	9.0	12.4
7	Atrazina	1000	34	100	100	100	100	100	3.6	5.1	6.2	7.2	8.3
8	Atrazina	1500	34	100	100	100	100	100	4.9	12.7	11.2	9.7	10.5
9	Atrazina	2000	34	100	100	100	100	100	4.1	6.8	8.3	9.8	10.9
10	2,4D amina + atrazina*	1000	34	100	100	100	100	100	4.5	6.0	6.4	6.8	7.8
11	2,4D amina + atrazina	1500	34	100	100	100	100	100	4.9	13.0	11.1	9.3	10.3
12	2,4D amina + atrazina	2000	34	100	100	100	100	100	3.2	4.1	5.1	6.0	8.2
Promedio				100	96.3	86.3	85.6	72.2	4.1	5.8	6.3	6.8	7.3

* significa dosis de cada ingrediente activo

Conclusiones

La aplicación de agroquímicos 2,4-D amina, 2,4 D éster, atrazina o la mezcla de 2,4-D amina + atrazina a 14 y 19 días después de siembra no es recomendable en pasto Banderita, mientras que después de 29 días si son seguro aplicarlos sin dañar a las plantas en mortalidad y en crecimiento.

Literatura Citada

- Avilés, W. y Ayala, A. 1994. Establecimiento de *Brachiaria brizantha* con mínima labranza en el norte de Yucatán, México. *Pasturas tropicales* 16 (3): 22-26.
- Bhaler, C. C., Vogel K., Moser, L. E. 1984. Atrazine Tolerance in Warm-Season Grass Seedlings. *Agronomy Journal* 76: 891-895.
- Velázquez, M. M, Hernández, G. F. J., Cervantes B. J. F., Gámez, V. H. G. 2015. Establecimiento de pastos nativos e introducidos en zonas Semiáridas de México. Instituto Nacional e Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Folleto para productores. 22 p.
- Quero-Carrillo, A. R., Hernández-Guzmán, F. J., Velázquez-Martínez, M., Gámez-Vázquez, H. G., Landa-Salgado P. y Aguilar-López P. 2016. Métodos de establecimiento de pasturas en zonas áridas de México utilizando semillas crudas o cariósides. *Tropical grasslands – forrajes tropicales* 4(1): 29–37.
- SAS (Statistical Analysis System). Institute Inc. 2003. SAS/STAT User guide version 9.1.3 Cary, North Carolina. USA. 1167 p

PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Dalea bicolor* BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

SEED GERMINATION PERCENTAGE OF *Dalea bicolor* UNDER CONTROLLED CONDITIONS

García-Cervantes D.¹, Reveles-Torres L. R.², Muro-Reyes A.¹, Gutiérrez-Piña F. J.¹, Rodríguez-Tenorio D.¹, Echavarría-Chairez F. G.², Sánchez-Gutiérrez R. A.² Gutiérrez-Bañuelos H.^{1*}

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. 98500. *Email. hgutierrez@uaz.edu.mx ²Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R. Zacatecas, México.

Resumen

La germinación controlada de semillas de arbustivas forrajeras ha sido poco estudiada. El objetivo de esta investigación fue determinar el porcentaje de germinación de *Dalea bicolor* (engordacabra) con diferentes métodos de escarificación. La recolección de semillas se ubicó en un predio bajo clima cálido-templado, Zacatecas, México. La toma de semilla se realizó directamente de la planta extrayendo solo la semilla madura con la mano. Se procedió a contar 100 semillas para utilizarlas en cada tratamiento. Los tratamientos fueron i) testigo, ii) agua a 80 °C durante 10 minutos, tratamientos con ácido sulfúrico al iii) 5 y iv) 10 %, incubación con líquido ruminal a v) 24 y vi) 48 h vii) lijado con lija y escofia. Las semillas fueron tratadas y se procedió a colocarlas en charolas de plástico con sustrato comercial a base de pino, de allí se pusieron en una cámara de germinación a 22 °C durante 35 días regándolas cada 5 días, cada 3er día se realizó el conteo de plantas germinadas mediante observación directa. El tratamiento que dio mejor resultado fue el vii) lijado teniendo un 56% de germinación. Con esto se puede concluir que la escarificación manual (lijado) es mejor que cualquier otra forma, lo que ayuda a comprender las bajas tasas de germinación natural para arbustivas y la protección física natural de las semillas de *Dalea bicolor*.

Palabras clave: *Dalea bicolor*, germinación, escarificación, semilla.

Abstract

Controlled germination of seeds of fodder shrubs has been poor studied. The objective of this research was to determine the percentage of germination of *Dalea bicolor* (engordacabra) with different scarification methods. The seed collection was located in a farm under warm-temperate climate in Zacatecas, Mexico. Seed collection was made directly from the plant by extracting only the mature seed by hand. We proceeded to count 100 seeds to use them in each treatment. The treatments were i) control, ii) water at 80 ° C for 10 minutes, treatments with sulfuric acid at iii) 5 and iv) 10%, incubation with ruminal liquid at v) 24 and vi) 48 h) and vii) sanding with sandpaper and scofia. Seeds were treated and they were placed in plastic trays with a based pine commercial substrate, after that they were introduced in a germination chamber at 22°C for 35 days, irrigating them every 5 days, and every 3rd day counting plants. Germinated was evaluated by direct observation. The treatment that gave the best result was vii) sanding with a 56% germination. With this on mind it can be concluded that manual scarification (sanding) is better than another form, which helps to understand the low rates of natural germination for shrubs and the natural physical protection of *Dalea bicolor* seeds.

Introducción

Dalea bicolor también conocida como engordacabra, cabeza de ratón, escoba de chivo, mezquitillo es de la familia Fabácea (CONABIO., 2018), siendo una especie nativa y perenne, cuyo forraje es de primordial importancia en las zonas áridas y semiáridas (Rzedowski., 1965). La capacidad de prosperar en diversos ecosistemas así como la producción de forraje durante gran parte del año la hace una especie considerada como alternativa de producción para sitios salinos (Barneby., 1977). Además, representa una opción como vegetación nativa o domesticada, ya que presenta gran adaptabilidad a diversas condiciones ecológicas y diversos tipos de suelos, ya que se ha reportado en suelo con migajón, migajón arenoso, migajón arcillosos y otros con diversos grados de pedregosidad.

Una de las estrategias de alimentación que permite diversificar la oferta nutricional del ganado es el establecimiento de los sistemas silvopastoriles, los cuales consisten en la introducción de arbustivas forrajeras en monocultivos de gramíneas (Ortiz *et al.*, 2014). Para aumentar el valor nutritivo de los alimentos el ganado utiliza las arbustivas, con esto se reduce el concentrado y mejora la producción (Martínez *et al.*, 2002). Además, también es un arbusto considerado para bancos de proteína y al ser una leguminosa tiene la capacidad de mejorar las condiciones del suelo y de las gramíneas que pudieran estar en la periferia de la planta. La forma natural de propagación de éste arbusto forrajero es a través de semillas. La temperatura ideal para su germinación es de 20-30 °C, aunque no todas las semillas germinan en el mismo tiempo (Wilson, 1976). La semilla se cosecha cuando toma una coloración café y se desprende fácilmente de la planta, lo cual ocurre generalmente entre los meses de noviembre y diciembre (Urrutia *et al.*, 2007). Dada la importancia de esta planta y conociendo la baja germinación (17%) que tiene su semilla (Beltrán, 1999; Contreras., *et al* 2012) se implementó el presente trabajo de investigación.

El objetivo fue evaluar diferentes formas de escarificación bajo condiciones de laboratorio, determinando el porcentaje de germinación.

Materiales y Métodos

Las semillas se obtuvieron de un rancho en el municipio de Zacatecas, Zacatecas. Se colectaron de plantas al azar mediante recolección directa, solo se colectó la semilla que se desprende de la rama con la mano sin realizar esfuerzo, después se colocó en bolsas de papel destrasa, se secaron al 7% de humedad en una estufa de aire forzado a 25 °C durante 24 horas, después se almacenaron a una temperatura de 15 °C en el laboratorio dentro de una bolsa de plástico. El experimento se desarrolló en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) campus Zacatecas. Se colocaron 100 semillas en una caja de plástico con sustrato comercial, las muestras se incubaron a 22 °C en incubadoras de aire, regándose cada 5 días y revisando la germinación cada tercer día durante 35 días.

Tratamiento		Tiempo
T1	Testigo	-----
T2	Agua a 80 °C	10 min
T3	Ac. Sulfúrico al 10%	5
T4	Ac. Sulfúrico al 5%	5
T5	Líquido ruminal	24 horas
T6	Líquido ruminal	48 horas
T7	Lijado	-----

Resultados y Discusión

Tabla de resultados

Tx/día	D4	D7	D10	D12	D14	D17	D19	D21	D24	D26	D28	D31	D33	D35
T1	0	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
T2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T3	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
T4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T6	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T7	18	39	41	43	44	45	47	48	50	51	54	54	56	56

Desde el día cuatro, el tratamiento mediante escarificación física por lijado, empieza a germinar y se mantiene con un incremento hasta el día 33 con un 56%. Los demás tratamientos presentan muy poca germinación iniciando entre el día 7 y hasta el día 12, no llegando al finalizar los 35 días a más del 5%. Quitar toda la capa que protege al embrión representó la mejor estrategia, lo cual permite evidenciar por que se han reportado tan bajas tasas de germinación en ambientes naturales y la posible larga viabilidad de la semilla en condiciones naturales. El episperma es la cubierta de la semilla, su función principal es proteger al embrión; participa en el control de la germinación por que puede presentar sustancias inhibitoras (González., 2013) que es lo que se cree tiene esta planta para durar por varios años. Araos y Del Longo (2006) en su investigación sobre tratamientos pregerminativos para romper la dormancia física impuesta por el endocarpio de *Mistol* determinó que la remoción completa es el método óptimo, resultando también adecuados el desgaste manual de la zona basal y la inmersión en ácido sulfúrico para una mayor producción de plántulas. Hartmann y Kester (1974), dicen que el objeto de la escarificación mecánica es modificar las cubiertas duras e impermeables de las semillas aunque es probable que durante la cosecha, extracción y lavado de las semillas se efectuó cierta escarificación; en la mayoría de semillas de cubierta dura la germinación se mejora con un tratamiento artificial adicional, aunque en el presente experimento no se presentaron diferencias con los métodos usando componentes físico-químicos. La remoción de las cubiertas de las semillas permite la germinación del embrión. En el caso de la engordacabra el método de lijado fue el que notablemente dio mejor resultado tanto en tiempo como en porcentaje.

Conclusiones

Se concluye que el tratamiento de escarificación mediante lijado con escofina y lija es el que da un mayor porcentaje de germinación (56%) de semillas de *Dalea bicolor* bajo condiciones controladas. lo que ayuda a comprender las bajas tasas de germinación natural para arbustivas y la protección física natural de las semillas de *Dalea bicolor*, lo que puede hacerlas viables durante años.

Literatura Citada

- Araoz; Del Longo. 2006. Tratamientos pregerminativos para romper la dormancia física impuesta por el endocarpo en *Ziziphus mistol* Grisebach. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba. España.
- Barneby, R. C., 1977. Daleae Imagines. An illustrated revision of *Errazurizia Philippi*, *Psorothamnus Rydberg*, *Marina Liebmann*, and *Dalea Lucanus emend.*
- Beltrán L.S. 1999. Evaluación de diferentes técnicas de escarificación para incrementar la capacidad de germinación de semillas de chamizo (*Atriplex canescens*). Memoria de la XXXV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Yucatán. Mérida Yuc.cag/dgiadr/svidta/boletin/dic99/bold.html#los%20marcadores%20moleculares%20en%20ingenieria%20genetica.
- Catalogo taxonómico de especies de México. capital.nat. México. Conabio, México city. Consulta 2018. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/dalea-bicolor/fichas/ficha.htm>.
- Contreras Q.M., Pando M., Estrada E., Jurado E. and Flores J. 2012. Germinación de semillas de especies nativas de los pastizales semiáridos del altiplano mexicano. VIII Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Gómez Palacio, Durango, México.
- González A. M. 2013. Morfología de plantas vasculares. Botánica morfológica. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. www.biologia.edu.ar/botanica.
- Martínez S.M. M., V. H. Hernández, A. G. Palomo, J.A.Vásquez. 2002. Diversidad genética de rizobia asociada a cuatro leguminosas arbóreas del Noreste de México. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. Vol. 3(1):9-18
- Ortiz, D., R. Noguera, y S. Posada. 2014. Efecto de metabolitos secundarios de las plantas sobre la emisión entérica de metano en rumiantes. Livest. Res. Rural Dev. 26: art. 11 <http://www.lrrd.org/lrrd26/11/orti26211.html>
- Rzedowski J. 1965. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, UASLP. Acta Científica Potosina 1 y 2.
- Urrutia, M.J., Díaz, G.M.O., Gámez, V.H., Rivera, L.T., Beltrán, L.S. y Luna, V.J. 2007. Utilización de chamizo (*Atriplex canescens*) y nopal (*Opuntia ficus indica*) como principales alimentos para producción de leche caprina en la estación de estiaje. Quinto Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/90-urrutias.pdf.
- Wilson, H.D. 1976. A biosystematic study of the *Chenopods* and related species. Ph.D. Thesis. Indiana University. USA.
- Hartmann and Kester's. 1949. plant propagation : principles and practice / Fred T. Davies, Robert L. Geneve, Dale E. Kester.—8th ed.p. cm.Revision of: 7th ed. 2002.Includes bibliographical references and index.ISBN 978-0-13-501449-3 (alk. paper)

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PASTO BANDERITA DIANA (*Bouteloua curtipendula*) CON ACOLCHADO PLÁSTICO Y RIEGO POR GOTEO EN LA ETAPA DE ESTABLECIMIENTO

PRODUCTION OF SEED OF BANDERITA DIANA (*Bouteloua curtipendula*) WITH PLASTIC PADDED AND DRIP IRRIGATION IN THE ESTABLISHMENT STAGE

Francisco Santiago-Hernández¹, Héctor Guillermo Gámez-Vázquez¹, Mauricio Velázquez-Martínez¹, José Francisco Cervantes-Becerra¹.

¹Campo Experimental San Luis-INIFAP. santiago.francisco@inifap.gob.mx

Resumen

Con el objetivo de evaluar la producción de semilla del pasto Banderita Diana (*B. curtipendula*) con y sin acolchado plástico bajo sistemas de riego por goteo, se desarrolló el trabajo de investigación en el Campo Experimental San Luis, del INIFAP. Los tratamientos evaluados fueron: plántula a doble hilera con acolchado plástico, cintilla y 20 cepas por metro lineal; plántula a hilera sencilla con acolchado plástico, cintilla y 10 cepas por metro lineal; plántula a doble hilera con cintilla y 20 cepas por metro lineal; plántula a hilera sencilla con cintilla y 10 cepas por metro lineal; plántula a doble hilera con riego rodado y 20 cepas por metro lineal y plántula a hilera sencilla con riego rodado y 10 cepas por metro lineal. Las variables que se evaluaron fueron altura de planta, espigas por cepas y producción de semilla. La mayor altura de las plantas se observó en el tratamiento con acolchado plástico y riego por goteo (20 cm; $P < 0.001$), sembrado a hilera sencilla y doble hilera. El mayor número de espigas por cepas se obtuvo en el tratamiento con acolchado plástico y riego por goteo, siendo 9.2 y 9.0, a hilera sencilla y doble hilera, respectivamente ($P < 0.001$). La producción de semilla fue mayor con acolchado plástico (37.8 kg ha^{-1}) a doble hilera y con riego por goteo. El sistema de cultivo con acolchado plástico tiene un efecto sobre el crecimiento de las plantas, número de espigas y producción de semilla en pasto *B. curtipendula*.

Palabras claves: Producción de semilla, *Bouteloua curtipendula*, acolchado plástico.

Introducción

La evaluación de especies y variedades para la producción de semilla, es la base para determinar que especie de acuerdo a sus características agronómicas de calidad, rendimiento y adaptabilidad son las adecuadas para recomendarse y difundirse en la zona de influencia. Humphreys y Riveros (1986) indican que los factores que más influyen en la producción y calidad de semilla en pastos son: número de espigas florales por cepas, porcentaje de semillas cosechadas y cantidad de semillas viables; estos pueden ser modificadas por factores ambientales o por la práctica cultural aplicada. Por otro lado, la adopción del acolchado plástico en la agricultura constituye una importancia muy variada en el crecimiento y calidad de la producción, precocidad de la cosecha, mayor eficiencia en el uso del agua, aumento en la temperatura del suelo y control de malezas entre otros (Kasirajan y Ngouajio, 2012), mejorando la rentabilidad de la producción.

La especie *curtipendula*, es un pasto nativo del norte de México, por sus características productivas y nutricionales es considerada la segunda gramínea nativa de mayor importancia

y más utilizada para la restauración de las praderas en el norte de México, ya que se adapta a una amplia gama de eco-regiones. Es por ello que se considera una alternativa para la producción de semilla, como producto extra que los ganaderos pueden aprovechar para su propio uso, o como otra fuente de ingreso dentro de la misma empresa agropecuaria (Quero *et al.*, 1986). Una de las características del pasto Banderita es que la producción de semilla es en abundancia, haciendo que la recolección sea lenta y complicada. La disponibilidad, la calidad y el costo de la semilla, son las principales limitantes para realizar una resiembra de pastos.

Los productores de las zonas semiáridas de México no invierten en la producción de semilla por el costo que genera, primordialmente por la mano de obra en el control de maleza al establecimiento y el recurso hídrico limitado en la zona. Por lo tanto, es importante evaluar el efecto del acolchado plástico y riego por cintilla sobre la reducción de costos y producción de semilla de pasto Banderita Diana (*B. curtipendula*), con la hipótesis de que el acolchado plástico con riego por goteo superficial tiene efecto en el desarrollo y producción de semilla del pasto Banderita.

Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental San Luis, del INIFAP, ubicado en el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, localizado a 22° 14' 03'' N y 100° 53' 11'' O, y altitud de 1,835 msnm. El clima se considera seco estepario frío BsKw (wi) (García, 1981). La temperatura media anual es de 16.8 °C con una mínima de 10 °C y una máxima de 26.3 °C, la precipitación pluvial anual es de 332.2 mm (Medina *et al.*, 2005). El estudio se realizó en parcelas de pasto Banderita Diana (*B. curtipendula*) establecidas en agosto de 2017. Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis tratamientos (Cuadro 1) y tres repeticiones (Cuadro 1). La semilla de pasto se obtuvo de la cosecha 2016 de los pastos establecidos en el Campo Experimental San Luis. Las semillas se germinaron en charolas de unicel de 200 cavidades, a los 45 días las plántulas se trasplantaron en el terreno preparado previamente en surcos de 10 m de largo y 0.8 m de ancho con una separación entre surco de 0.8 m. En la hilera sencilla se sembró 10 plantas por metro lineal y estas se establecieron a un costado del bordo. La hilera doble se sembró con 20 plantas por metro lineal y de estas se establecieron 10 plantas a un costado y 10 plantas al otro costado del bordo. La parcela experimental fue de 10 surcos de 10 m de largo por tratamiento. Para evitar el efecto de bordo, se delimitó la parcela útil a ocho surcos (se excluyó un surco de cada lado) con medidas de 0.8 m de ancho por 6 m de largo (se omitió 2 m de orilla). Se utilizó cintilla de 5/8 pulgada marca Eurodrip y para los tratamientos con acolchado plástico se utilizó el de cal. 90 color negro.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados y su nomenclatura.

Tratamientos	
T1	Plántula a doble hilera con acolchado plástico, cintilla y 20 cepas por metro lineal.
T2	Plántula a hilera sencilla con acolchado plástico, cintilla y 10 cepas por metro lineal.
T3	Plántula a doble hilera con cintilla y 20 cepas por metro lineal.
T4	Plántula a hilera sencilla con cintilla y 10 cepas por metro lineal.
T5	Plántula a doble hilera con riego rodado y 20 cepas por metro lineal.
T6	Plántula a hilera sencilla con riego rodado y 10 cepas por metro lineal.

Las variables que se evaluaron fueron altura de planta, espigas por cepas y producción de semilla. Los muestreos de altura de la planta de pasto y el conteo de número de espigas por cepa se realizaron a los 91 y 99 días después de la siembra, y la producción de semilla se determinó a los 120 días después de la siembra. En los tratamientos 1, 2, 3 y 4 el riego fue por goteo superficial y se realizó cuatro horas, cada tres días. En los tratamientos 5 y 6, el riego fue rodado y se realizó cada 15 días. La precipitación en el período de agosto a noviembre fue de 200 mm. No se aplicó ninguna dosis de fertilizante. Los datos se analizaron mediante un diseño al azar con el paquete estadístico SAS 9.3 (2010) y prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Se consideraron 18 observaciones (tres por unidad experimental) y seis tratamientos.

Resultado y Discusión

En la altura de la planta de pasto se observó diferencia significativa entre tratamiento ($P<0.001$). Las plantas tienen mayor crecimiento (20 cm) cuando se cubre el suelo con acolchado plástico, que cuando se producen sin cobertura (12 cm; $P<0.001$), independientemente si es a hilera sencilla (10 cepas por metro lineal) o doble hilera (20 cepas por metro lineal; $P\geq 0.05$). Esto concuerda con Macua *et al.*, (2009) al evaluar plantas de tomate en suelo acolchado, observaron que produjo un mayor crecimiento que en suelo desnudo. El acolchado puede proporcionar un ambiente ideal para el desarrollo de las raíces que es esencial para el crecimiento y el desarrollo de las plantas (Richards, 1983). En siembra con acolchado plástico, durante el año de establecimiento no hay competencia entre las plantas, aun si la población es mayor (20 plantas), el desarrollo es uniforme y no altera el crecimiento de las mismas.

Existe una diferencia significativa en el número de espigas por cepas entre tratamientos ($P<0.001$). Con acolchado plástico y riego con cintilla, el número de espigas por cepas se incrementa en un 400 % y 441 %, en hilera sencilla y doble hilera, respectivamente, comparado con producción sin cobertura, con el mismo sistema de riego y mismo tipo de siembra ($P<0.001$; Cuadro 2). Mientras que, sin acolchado y con riego rodado no se observó emisión floral, por lo tanto, con este sistema de producción la planta retarda su fase reproductiva. Beltrán *et al.* (2013), indican que la emisión de flores del pasto Banderita es a los 112 días. Sin embargo, con el sistema de acolchado plástico la emisión de flores se empezó a observar a los 90 días. La emisión floral puede estar relacionados con los factores ambientales (temperatura, humedad) que se propician en el suelo por la cubierta de acolchado plástico provocando mayor precocidad en el cultivo (Macua *et al.*, 2009). Munguía *et al.*, (2004) reportan que en un cultivo de melón el acolchado plástico tuvo un efecto positivo en la temperatura media del suelo y del dosel vegetal, lo que produjo precocidad en el desarrollo del cultivo.

La producción de semilla difirió entre tratamientos ($P<0.001$). En sistema de siembra con acolchado plástico y riego por cintilla hubo diferencia significativa ($P<0.001$), cuando se establece a doble hilera (20 plantas por metro lineal) la producción incrementa un 40%, comparado a establecimiento a hilera sencilla (10 plantas por metro lineal). En sistema de siembra sin cobertura del suelo con riego por cintilla hubo diferencia significativa ($P<0.001$), cuando se establece a doble hilera (20 plantas por metro lineal) la producción incrementa un 115%, comparado a establecimiento a hilera sencilla (10 plantas por metro lineal). Mientras que en el sistema de siembra sin cobertura del suelo y riego rodado no hubo producción de semilla (Cuadro 2).

En sistema de siembra con acolchado plástico con riego por cintilla y establecido a doble hilera la producción de semilla se incrementa 361 % ($P < 0.001$), comparado al sistema de siembra sin cobertura con riego por cintilla y establecido a doble hilera, con el mismo número de plantas por metro lineal (20 plantas). Sin embargo, el sistema de siembra con acolchado plástico con riego por cintilla y establecido a hilera sencilla, la producción de semilla incrementa 610 % ($P < 0.001$), comparado al sistema de siembra sin cobertura, riego por cintilla y a hilera sencilla, con el mismo número de plantas por metro lineal (10 plantas; Cuadro 2). Con el acolchado plástico hay menos evaporación del agua y mayor contenido de humedad del suelo (Cook *et al.*, 2006). Chaudhry *et al.*, (2004) indican que la tasa de infiltración de agua en el suelo cubierto con diferentes tipos de acolchados permeables aumentó un 30% en comparación con el suelo desnudo. Esto permite una destacada producción de raíces superficiales que se produce en incremento de masa radical y mayor absorción de nutrientes (Gabriel *et al.*, 1994). Además de que el acolchado impide que el calor recibido durante el día se libere a la atmósfera en la noche, por lo que el suelo bajo acolchado mantendrá una temperatura más alta que el suelo desnudo (Jasso y Ramiro, 1993).

Cuadro 2. Altura de planta, número de espigas y producción de semilla de pasto Banderita Diana (*B. curtipendula*), en seis tratamientos diferentes, en el primer año de establecido.

Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Número de espigas por cepa	kg semilla/ha
T1	20.0 ^a	9.2 ^a	37.8 ^a
T2	20.0 ^a	9.0 ^a	27.0 ^b
T3	14.1 ^b	1.7 ^b	8.2 ^c
T4	13.2 ^b	1.8 ^b	3.8 ^d
T5	12.0 ^b	0.0 ^c	0.0 ^e
T6	12.0 ^b	0.0 ^c	0.0 ^e

^{a, b}: medias con literales distintas en cada columna son diferentes ($p < 0.05$).

Conclusiones

El sistema de cultivo con acolchado plástico en pasto Banderita tiene un efecto positivo sobre la altura de la planta y en el número de espigas por cepas, además de proporcionar precocidad e incremento en la producción de semilla, esto si se compara con un sistema de cultivo con suelo desnudo y riego rodado. Cuando el establecimiento es a doble hilera se consigue la mayor producción de semilla y no existe efecto en la altura de la planta y número de espigas por cepa durante la etapa de establecimiento. El tratamiento 1 (T1) y tratamiento 2 (T2), los dos con acolchado plástico y riego por goteo, tuvieron un efecto mayor sobre el crecimiento de las plantas, mayor número de espigas por cepas y por lo tanto mayor producción de semilla.

Literatura Citada

- Beltrán L. S., García D. C. A., Hernández A. J. A., Loredó O. C., Urrutia M. J., González E. L. A. y Gámez V. H.G. 2013. "Banderita Diana" *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr., nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria 4 (2): 2017-221.
- Chaudhry M. R., Aziz A. M. and Sidhu M. 2004. Mulching impact on moisture conservation, soil properties and plant growth. Pakistan J. Water. Res., (82): 1-8.
- Cook H. F., Valdez S. B. and Lee H. C. 2006. Mulch effects rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under *Zea mays* L. Soil Till. Res., 91: 227-235.

- Gabriel E. L., Lotti H., Benito R. M. y Larroque O. R. 1994. Effect of mulch color on yield of fresh-market tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Hort.* 357:243-250.
- García E. 1981. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Humphreys L. R. y Riveros F. 1986. Seed production of tropical pastures. FAO. Rome.188.
- Jasso C. C. y Ramiro C. A. 1993. Producción de jitomate bajo el sistema de acolchado plástico en el altiplano potosino. Folleto Técnico N° 4. 18 p.
- Macua J. I., Lahoz I., Garnica J. y Zabaleta J. 2009. Efecto del acolchado plástico y de la dosis de riego en cultivo. N° 175 julio-agosto: 12-16. Navarra Agraria.
- Kasirajan S. and Ngouajio, M. 2012. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 32:501-529.
- Medina G. G., Díaz P. G., Loredo O. C., Serrano A. V. y Cano G. M. A. 2005. Estadísticas climáticas básicas del estado de San Luis Potosí. Libro técnico N°2.
- Munguía J., Zermeño A., Quezada R., De la Rosa M. L. y Torres A. 2004. Relación entre los componentes del balance de energía y la Resistencia estomática en el cultivo de melón bajo acolchado plástico. *Revista Internacional de Botánica Experimental.* 73: 181-190.
- Quero C. A., Eguiarte V. J. A., Jiménez G. R. 1986. Adaptación y producción de pastos tropicales en la costa del pacífico. En: Memoria del Curso de Actualización sobre producción de forraje en la Costa del Pacífico. Campo Experimental Pecuario "El Macho". Coordinación Regional Pacífico Norte. Área Pecuaria. Acaponeta, Nayarit. 26.
- SAS/STAT. 2010. Statistical Analysis System for windows. Version 9.3. SAS Institute Inc., Campus Drive, Cary, North Carolina 27513.
- Richards D. 1983. The grape root system. *Hort. Reviews.* 5:127-168.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CALIDAD NUTRITIVA DEL PASTO BUFFEL TITÁN (*Cenchrus ciliaris* L.), A DOS LÁMINAS DE RIEGO.

PRODUCTION OF FORAGE AND NUTRITIOUS QUALITY OF GRASS BUFFEL TITÁN (*Cenchrus ciliaris* L.), TO TWO SHEETS OF IRRIGATION.

Francisco Santiago-Hernández¹, José Francisco Cervantes-Becerra¹, Mauricio Velázquez-Martínez¹ y Héctor Guillermo Gámez-Vázquez¹.

¹Campo Experimentan San Luis-INIFAP. santiago.francisco@inifap.gob.mx

Resumen

Con el objetivo de evaluar la producción de forraje y la calidad nutritiva en dos cosechas del pasto Buffel Titán (*C. ciliaris* L.), se realizó el estudio en el Campo Experimental San Luis, del INIFAP, ubicado en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, entre las coordenadas 22°14'03" N y 100° 53'11" O, con una Altitud de 1,835 msnm, con temperatura media de 16.8 °C, con una precipitación pluvial anual de 332 mm. Se evaluaron dos periodos de corte. El primer periodo mayo-julio se cortó el forraje a los 57 días (julio) y el segundo periodo agosto-octubre se realizó el corte a los 58 días (octubre). Los tratamientos fueron T1=Temporal, T2= Riego al 50% (250 mm) y T3=Riego completo (500 mm), complementario al temporal. En el corte de julio, en el T3, la producción de MV fue de 15.58 ton⁻¹ ha⁻¹ y de MS fue de 2.31 ton⁻¹ ha⁻¹, difiriendo del T2 y T1 (P<0.0001). En el corte de octubre, en el T3, la producción de MV fue 15.58 ton⁻¹ ha⁻¹, difiriendo del T2 y T1 (P<0.0001) y la producción de MS en el T3 fue de 4.76 ton⁻¹ ha⁻¹, siendo estadísticamente similar al T2 (P=0.0284), difiriendo del T1 (P<0.0001). La proteína cruda (PC), en el corte de julio en los T1, T2, T3, fue de 10.5 %, 9.6 % y 7.0 %, respectivamente, siendo estadísticamente diferentes (P<0.0001). En el corte de octubre la PC en los T1, T2 y T3, fue de 15.8 %, 8.1 % y 8.0 %, respectivamente.

Palabras claves: forraje, láminas de riego, pasto de corte.

Introducción

En el Altiplano de San Luis Potosí, los agostaderos se encuentran en proceso de desertización por la carga animal y pérdida de la especie forrajera. La baja productividad de estos sistemas está asociada en gran medida en un deficiente manejo y aprovechamiento de las pasturas afectando la producción, la sustentabilidad y el beneficio económico (Márquez y Sánchez, 2006). La producción de pastos de corte debe de considerarse, como una herramienta de bajo costo para el incremento productivo en el hato ganadero. Esto implica eliminar el desperdicio de forraje por pisoteo, reducir el gasto de energía en los animales durante el pastoreo (Dávila y Urbano, 2005). El pasto Buffel Titán (*C. ciliaris* L.), es considerado uno de los pastos con potencial productivo de Materia Seca (MS), para la zona semiárida. En condiciones de temporal (300 mm), la producción oscila entre 2,120 y 2,582 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (Beltrán *et al.*, 2017); en riego la producción es entre 5,180 y 9,160 kg MS ha año. El pasto Buffel Titán, se considera un pasto de rápido crecimiento, a los 68 días alcanza a espigar (Beltrán *et al.*, 2008; Beltrán *et al.*, 2017).

Para tener un manejo adecuado en las praderas de corte es importante conocer el estado fenológico de los pastizales. Cada especie responde diferente a las condiciones a las que se somete, en particular la cantidad de agua que recibe para su desarrollo. Por esta razón, el dominio de manejo de praderas y el uso de pastos de mayor producción de materia seca son un factor importante para la productividad y sustentabilidad de los sistemas de producción pecuaria. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de producción de forraje y la calidad nutritiva de pasto Buffel Titán (*C. ciliaris*) a dos láminas de riego complementario al temporal en ambiente árido.

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio: El trabajo se realizó en el Campo Experimental San Luis, del INIFAP, ubicado en el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, entre las coordenadas 22°14'03" N y 100° 53'11" O, con una Altitud de 1,835 msnm. Se estima que el clima en esa región es seco estepario frío BsKw (wi) (García, 1973). La temperatura media anual es de 16.8 °C con una mínima de 10 °C y una máxima de 26.3 °C, con una precipitación pluvial anual de 332.2 mm (Medina *et al.* 2005). El experimento se realizó en una superficie de 0.25 ha con pasto Buffel Titán (*C. ciliaris*).

Material genético y diseño experimental: El estudio se realizó en una parcela de pasto Buffel Titán (*C. ciliaris*) establecida en el año 2013 en surcos a doble hilera. El diseño que se aplicó fue de bloques al azar con tres tratamientos (láminas de riego) y cinco repeticiones. El tratamiento 1 (T1) fue Buffel Titán en condiciones de temporal, el tratamiento 2 (T2) correspondió a las parcelas de pasto Buffel Titán con un riego de 50% complementario al temporal (lámina de 250 mm) y el tratamiento 3 (T3) a la parcela de pasto Buffel Titán con riego completo complementario al temporal (lámina de 500 mm), los niveles de riego se distribuyeron en dos periodos de cosecha de forraje. El primer periodo fue de mayo a julio y el segundo periodo fue de agosto a octubre.

Manejo agronómico: Para la evaluación del primer corte, se inició realizando una poda al pasto de todas las parcelas a una altura de 10 cm del suelo para homogenizar el crecimiento del forraje de cada uno de los tratamientos. El corte se hizo tres días antes del riego, el 9 de junio se aplicó el primer riego a una lámina de 50 mm a los tratamientos 2 y 3; el segundo riego se aplicó a los 17 días después (26 de junio), este riego fue de una lámina de 50 mm y únicamente se aplicó al tratamiento 3. Se aplicó una dosis de fertilización de 60-30-00 para todos los tratamientos, esta aplicación fue con presencia de lluvia el 11 de julio. A los 57 días (2 de agosto) después del corte de homogenización, se realizó el muestreo de forraje. La precipitación que hubo en este periodo (junio-julio) fue de 237 mm.

La evaluación del segundo corte, se inició realizando un corte al pasto de todas las parcelas a una altura de 10 cm del suelo para homogenizar el crecimiento del forraje de cada uno de los tratamientos. El corte se hizo tres días antes del riego, el 11 de agosto se aplicó el primer riego a una lámina de 50 mm al tratamiento 2 y una lámina de 100 mm para el tratamiento 3; el segundo riego se aplicó a los 7 días (18 de agosto), aplicando una lámina de riego de 50 mm al tratamiento 2 y una lámina de 100 mm para el tratamiento 3; el tercer riego se aplicó 7 días después (25 de agosto), aplicando una lámina de riego de 50 mm al tratamiento 2 y una lámina de 100 mm para el tratamiento 3; el cuarto riego se realizó 7 días después (1 de

septiembre), aplicando una lámina de riego de 50 mm para los tratamientos 2 y 3; al séptimo día (8 de septiembre) se aplicó un quinto riego de 50 mm únicamente al tratamiento 3. A los 58 días (28 de septiembre), después del corte de homogenización, se realizó el muestreo de forraje. La precipitación durante este periodo (agosto-septiembre) fue de 132 mm.

Procedimiento de muestreo y análisis estadístico: Para la estimación de producción de forraje en los dos cortes se utilizó el método destructivo, se cortó el forraje a una altura de 10 cm sobre el suelo, en un área de 2 m lineales, al obtener la muestra se pesó en verde utilizando una báscula digital marca Torrey, modelo L-EQ 5/10, después de obtener el peso en verde se dejaron secar bajo condiciones protegidas durante 40 días, por último, se pesó para estimar materia seca (MS).

Los datos de producción de semilla y forraje, se analizaron mediante un diseño al azar con el paquete estadístico SAS 9.3 (2010) y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Se consideraron 15 observaciones (dos por cada unidad experimental) y tres tratamientos.

Resultado y Discusión

En el primer corte, los tratamientos tuvieron diferencia significativa en producción de MS ($P < 0.0001$; Cuadro 1). La producción de MS en el T3 fue de $2.30 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, difiriendo de los T2 ($1.26 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) y T1 ($0.95 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$; $P < 0.0001$). Sin embargo, entre los tratamientos 2 y 1 no existió diferencia significativa en producción de forraje ($P = 0.0601$). En producción de MV, hubo diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.0001$). La producción de MV en el T3 fue mayor ($15.58 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$; $P < 0.0001$) de los tratamientos T1 y T2 ($6.17 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ y $7.52 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, respectivamente). La producción de forraje en cada uno de los tratamientos estuvo condicionado a la lámina de riego que se le proporcionó. El porcentaje de proteína cruda fue mayor en el T1 (10.5 %), esto se debió al crecimiento del pasto, en este tratamiento la producción de biomasa fue muy poca, y la mayor parte fue de hoja, comparado al T3, con un porcentaje de proteína cruda de 7.0 %, con una mayor producción de biomasa, por lo tanto, la morfología de la planta fue diferente, presentando mayor porcentaje de tallo. Esto es debido a la respuesta que el pasto tuvo de acuerdo a la cantidad de agua proporcionada.

En el segundo corte, existió diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.0001$; Cuadro 1). La producción de forraje en MV fue diferente entre tratamientos ($P < 0.0001$), la producción en el T1, T2 y T3 fue de $2.80 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, $10.88 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ y $15.58 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, respectivamente. La producción de MS entre T2 y T3 fueron estadísticamente similares ($P = 0.0284$) $3.82 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ y $4.76 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, respectivamente; difiriendo del T1 ($P < 0.0001$), que tuvo una producción de $0.97 \text{ ton}^{-1} \text{ ha}^{-1}$. La cantidad de agua que hubo en las parcelas fue mayor, debido a la precipitación durante ese trimestre (agosto-octubre), esto repercutió en la mayor producción de biomasa forrajera, estimulando a las plantas a aprovechar el recurso hídrico para su desarrollo. El porcentaje de proteína cruda, aunque es mayor en temporal (15%), cuando se aplica una lámina de riego de 50 % esta disminuye (8.1%), pero se compensa con la mayor producción de biomasa forrajera por superficie.

Cuadro 1. Producción de forraje y calidad nutritiva del pasto Buffel Titán en dos cortes.

Tratamiento	Primer corte		Segundo corte		Acumulado		% PC en MS	
	MV ton ha ⁻¹	MS ton ha ⁻¹	MV ton ha ⁻¹	MS ton ha ⁻¹	MV ton ha ⁻¹	MS ton ha ⁻¹	1° Corte	2° Corte
T1= Temporal	6.17 ^b	0.95 ^b	2.80 ^c	0.97 ^b	8.97	1.92	10.5 ^a	15.8 ^a
T2= Riego al 50%	7.52 ^b	1.26 ^b	10.88 ^b	3.82 ^a	18.4	5.08	9.6 ^b	8.1 ^b
T3= Riego completo	15.58 ^a	2.30 ^a	15.58 ^a	4.76 ^a	31.16	7.06	7.0 ^c	8.0 ^c

^{a, b}: medias con literales distintas en cada columna son diferentes (p<0.05).

Conclusiones

Entre mayor sea la lámina de riego en la pradera, la producción de biomasa en el pasto es mayor. Considerando la mayor producción de MS se recomienda aprovechar el segundo corte (agosto-octubre), siendo que, es la temporada de lluvia y el pasto tiene mejor condición para su desarrollo y la calidad del forraje es aceptable.

Literatura Citada

- Beltrán, L. S., Loredó O. C., Núñez Q. T., González E. L. A., García D. C. A., Hernández A. J. A., Urrutia M. J. y Gámez V. H. G. 2008. Buffel Titán y Buffel Regio nuevas variedades de pastos para el altiplano de San Luis Potosí (Establecimiento y Producción de semilla). INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. Folleto Técnico No. 35. San Luis Potosí, S. L. P. México 36 p.
- Beltrán, L. S., García D. C. A., Loredó O. C., Urrutia M. J., Hernández A. J. A. y Gámez V. H. G. 2017. “Titán” y “Regio”, variedades de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*) (L.) Link para zonas áridas y semiáridas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8 (3): 291-295.
- Dávila, C. y Urbano D. 2005. Uso de pastos de corte en los sistemas intensivos. En González C. y E. Soto. (Eds). Manual de Ganadería Doble Propósito. Editorial Astro Data, Maracaibo, Venezuela. pp. 193-198.
- García, E. 1981. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Márquez, F. y Sánchez L. 2006. Evaluación de la frecuencia de corte y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y contenido de proteína de tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). Tesis de Grado. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago Jesús María Semprum. Sta. Barbara, Zulia, Venezuela.
- Medina, G. G., Díaz G. P., Loredó O. C., Serrano A. V. y Cano, M. A. G. 2005. Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de San Luis Potosí. Libro Técnico No. 2. INIFAP. San Luis Potosí, México. Pp. 66.
- SAS/STAT. 2010. Statistical Analysis System for windows. Version 9.3. SAS Institute Inc., Campus Drive, Cary, North Carolina 27513.

MESA DE TRABAJO

XI C'UKNXGVTG



INVENTARIO DE FAUNA SILVESTRE MEDIANTE FOTOTRAMPEO EN EL PREDIO EXPERIMENTAL “APANTITA”, MUNICIPIO DE SAN PEDRO DEL GALLO, DURANGO

WILDLIFE INVENTORY BY MEANS OF PHOTO TRAPPING IN THE “APANTITA” EXPERIMENTAL FARM, MUNICIPALITY OF SAN PEDRO DEL GALLO, DURANGO

Citlalli E. Alemán-Rodríguez¹, Ulises N. Gutiérrez-Guzmán^{2}, A. Esquivel-Romo², David Ovalle-Ríos², Edmundo Castellanos-Pérez²*

¹*Alumna Tesista, Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED*

²*Profesor-Investigador, Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED.*

**Autor para correspondencia: ulisesnoelg@yahoo.com.mx*

Resumen

El objetivo de este estudio fue realizar un inventario de fauna silvestre mediante el uso de fototrampeo en el predio experimental Apantita, se determinó la presencia de especies a través del registro de la diversidad y abundancia de estos. El área de estudio se localiza en el Noreste del Estado de Durango, “Apantita” es propiedad de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, con coordenadas de 25° 42’ latitud norte y 104° 18’ longitud este, con una altura de 1,700 msnm aproximadamente, contando con una superficie de 375 Has. El predio se ubica a la altura del km 70 por la carretera Bermejillo- la Zarca perteneciente al municipio de San Pedro del Gallo, se encuentra en un área de transición entre los matorrales áridos y los pastizales medianos abiertos de la cuchilla de la Zarca. En la actualidad el uso del suelo del predio es de área de conservación con aproximadamente 35 años. Para determinar la presencia de especies se utilizó ocho cámaras foto-trampa distribuidas sistemáticamente en el predio para cubrir la mayor proporción del sitio de estudio, las cámaras cuentan con sensor de movimientos, esta técnica permite detectar la presencia de los animales sin interferir en su conducta natural. El trabajo de campo inició en el mes de julio de 2018 y terminará en el mes de febrero de 2019. En el primer muestreo que consistió en la descarga de imágenes almacenadas en la memoria de las cámaras se obtuvieron un total de siete especies, de las cuales el venado cola blanca presentó la mayor abundancia con ocho registros, seguido por el coyote con cuatro registros. Para el segundo muestreo se obtuvieron de igual manera siete especies, siendo el conejo con mayor abundancia con 3 registros.

Palabras clave: Fauna Silvestre, Foto trampeo, Diversidad, Abundancia

Introducción

El estado de Durango cuenta con 144 especies de mamíferos silvestres, con esto representa el 27.5% de las especies mexicanas. Doce son endémicas de México, 15 son protegidas y 5 se consideran extirpadas del estado. Actualmente se exponen 108 especies silvestres, de los cuales 45 son murciélagos (Chiroptera), 44 roedores (Rodentia), 10 carnívoros (Carnívora), 2 artiodáctilos (Artiodactyla), 4 liebres o conejos (Lagomorpha), 2 insectívoros (insectívora) y 1 marsupial (Didelphiadae), de las cuales son el 75% de las especies hasta ahora registradas para el estado para 225 localidades. Sin embargo, estas cifras solo comprenden una mediana

representación de la fauna de mamíferos del estado, ya que solo son números tomados de cuatro regiones del estado (López, 2003).

(González et al., 2017) Determinan que los matorrales cubren una quinta parte del estado (21.7%) teniendo el más alto porcentaje de especies endémicas a nivel de género de México con un 44% (Rzedowski, 1993). Especies silvestres como el coyote (*Canis latrans*), liebre cola negra (*Lepus californicus*), venado bura (*Odocoileus hemionus*), correcaminos (*Geococcyx velox*) se pueden encontrar en este tipo de ecosistema y que a su vez le dan vida a la misma (Ramírez et al., 2008).

Con el propósito de contribuir al buen manejo y conservación de la riqueza biológica, es indispensable tener conocimiento actual de su distribución geográfica y ecológica, esto a partir de inventarios actualizados de flora y fauna, particularmente de las especies endémicas (Flores, 1994).

Sin duda, un punto clave para estudiar fauna silvestre es el observar a estas especies de manera directa en condiciones naturales, pero puede ser muy difícil debido a su conducta natural o a que son poblaciones pequeñas (Wilson et al., 1996; Karanth et al., 2004a). Actualmente una herramienta práctica para el monitoreo y muestreo de especies son las trampa-cámara, que permiten observar a las poblaciones de especies en su conducta natural (Lynam, 2002; Karanth y Nichols, 2002; Karanth et al., 2004a; Silver, 2004; Kays y Slauson, 2008) y así, obteniendo información sobre su comportamiento y desenvolvimiento natural, pero sobre todo con la ventaja de no tener que interferir con algún otro método tradicional que pueda causar estrés o muerte del animal (Chávez et al., 2013).

Materiales y Métodos

El área de estudio se localiza en el municipio de San Pedro del Gallo a la altura del km 70 por la carretera Bermejillo-La Zarca, el predio “Apantita” es propiedad de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, con coordenadas de 25° 42' latitud norte y 104° 18" longitud oeste, con una altura de 1700 msnm aproximadamente, contando con una superficie de 375 has, se encuentra en un área de transición entre los matorrales áridos y los pastizales medianos abiertos de Las Cuchillas de la Zarca (Esquivel, 2011).

Se instalaron 8 cámaras foto-trampa marca Trail distribuidas sistemáticamente de tal modo que se tenga la mayor representatividad del sitio experimental, se seleccionaron puntos de importancia para la vida animal principalmente en áreas donde se observaron indicios que dejan en su actividad diaria como excretas y huellas; y cerca de la fuente de agua permanente (Figura 1).



Figura 1. Distribución de cámaras Foto-trampa en el predio Experimental “Apancita”, Municipio de San Pedro Del Gallo, Durango

La instalación de las cámaras inicio el 10 de junio, se tomaron las coordenadas en cada sitio de instalación, además de agregar frente a ellas un atrayente en forma de pasta con avena, plátano y vainilla, además de sardinas en salsa de tomate para depredadores. Se separarán las imágenes en donde se encuentren aves o mamíferos para su identificación, donde se considera como un evento o registro a la especie que aparezca en un rango de una hora y después de siguiente hora se considerara como otro evento, estos resultados serán utilizados para calcular la abundancia. Se identificará con su nombre común, nombre científico y número de la cámara donde fue capturado. Finalmente, los datos son reportados en una tabla de Excel para su análisis, además se incluyen los registros totales que tuvo cada especie en el sitio respectivo.

Resultados y Discusión

Se realizaron dos muestreos hasta el momento, los cuales consistieron en la descarga y revisión de las fotografías tomadas por las cámaras fototrampa con el objetivo de determinar las especies que aparecieron en cada sitio. Se obtuvo un total de 20 registros como se muestra en el Cuadro 1 en el primer muestreo, el venado cola blanca (*Odocoileus Virginianus*) presento la mayor abundancia con un total de ocho registros seguido del coyote (*Canis Latrans*) con cuatro registros.

Cuadro 1. Diversidad de Especies encontradas en el primer muestreo (10 de Julio,2018) en diferentes sitios del Predio Experimental Apantita, Municipio de San Pedro Del Gallo, Durango.

Nombre común	Nombre científico	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3	Cámara 4	Cámara 5	Cámara 6	Cámara 7	Cámara 8	Total
Venado Cola Blanca	<i>Odocoileus Virginianus</i>	0	8	0	0	0	0	0	0	8
Ardilla gris	<i>Spermophilus Mexicanus</i>	0	0	2	0	1	0	0	0	3
Conejo del Desierto	<i>Sylvilagus audobonii</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Coyote	<i>Canis Latrans</i>	0	3	0	0	0	1	0	0	4
Zopilote Aura	<i>Cathartes Aura</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Zorrillo Caneado	<i>Mephitidae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Cenzontle Norteño	<i>Mimus Polyglotos</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
										20

Posteriormente, en el segundo muestreo se reportaron 10 registros (Cuadro 2, Figura 2) donde el conejo (*Sylvilagus audobonii*) tuvo una abundancia con 3 registros, posteriormente se encontraron otras especies como el Gato Montes (*Linx Rufus*), Cardenal (*Cardinalis Cardinalis*) Codorniz (*Colinus Virginianus*), Venado Bura (*Odocoileus Hemionus*).

Cuadro 2. Diversidad de Especies encontradas en el Muestreo 2 (18 de Agosto, 2018) en diferentes sitios del Predio Experimental Apantita, Municipio de San Pedro Del Gallo, Durango.

Nombre común	Nombre Científico	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3	Cámara 4	Cámara 5	Cámara 6	Cámara 7	Cámara 8	Total
Venado Cola Blanca	<i>Odocoileus Virginianus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Venado Bura	<i>Odocoileus Hemionus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Conejo del Desierto	<i>Sylvilagus audobonii</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Coyote	<i>Canis Latrans</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Gato Montes	<i>Linx Rufus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Cardenal	<i>Cardinalis Cardinalis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Codorniz	<i>Colinus Virginianus</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	2
										10



Figura 2. Diversidad de especies encontradas en los muestreos 1 y 2 de diferentes sitios del predio experimental Apantita, Municipio de San Pedro Del Gallo, Durango.

Conclusiones

La diversidad de especies registradas hasta el momento en el predio “Apantita” es de gran importancia, lo anterior pone de manifiesto que el área brinda a los animales las condiciones necesarias de alimento y refugio seguro por ser un área de conservación, las áreas colindantes son utilizadas para el pastoreo de bovinos con presión antrópica sobre los recursos.

El método de foto trapeo se recomendó para el estudio de poblaciones de fauna silvestre ya que es una técnica no invasiva para el animal y se obtiene información difícil de conseguir por otros medios.

Literatura Citada

- Chávez, C., A de la Torre, H. Bárcenas, R. A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- González-Elizondo, M., J.A. Tena-Flores e I.L. López-Enríquez. 2017. Comunidades xerófilas, halófilas y gipsófilas de la región Árida y Semiárida. En: La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. conabio, México, pp. 193-204.
- Karanth, K.U., J.D. Nichols y N.S. Kumar. 2004a. Photographic sampling of elusive mammals in tropical forest. Pp 229-247 en: Thomson W. L. (ed.). Sampling rare or elusive species. Island Press. Washington.
- Karanth, K.U., R.S. Chundawat, J.D. Nichols & N.S. Kumar. 2004. Estimation of tiger densities in the tropical dry forests of Panna, Central India, Using photographic capture-recapture sampling. Anim. Conserv. Londres, R.U 7:285-290 pp.
- Kays, R.W. y K.M. Slauson. 2008. Remote Cameras. Pp. 110-140 en: R.A. Long, P. MacKay, W.J. Zielinski y J.C. Ray (eds.). Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press. Washington D.C.
- Lopez-Gonzalez, C. 2003. Murcielagos (Chiroptera) del Estado De Durango, México: Composición, distribución y estado de conservación. Vertebrata Mexicana. Pp13:15-23.
- Lynam, A. 2002. Métodos de trabajo de campo para definir y proteger poblaciones de gatos grandes: los tigres indochinos como un estudio de caso. Pp. 62 en: R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz.
- Ramírez P.J., J. Arroyo y N. González. 2008. Mamíferos, en S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.), Catálogo taxonómico de especies de México, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México, CD1. Página web <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/Matorral.html>
- Silver, S. 2004. Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara. Wildlife Conservation Society, Nueva Cork.
- Wilson, D., R. Cole, J. Nichols, R. Rudran y M. Foster. 1996. Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington y Londres.

MESA DE TRABAJO

TALLERES



SUPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA DE GANADO EN CONDICIONES DE AGOSTADERO

Gutiérrez-Bañuelos H.

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas. Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo km 31.5. El Cordovel, Enrique Estrada, Zacatecas, México. C.P.

INTRODUCCIÓN

El ganado bovino productor de carne bajo condiciones de agostadero necesita energía, proteína, minerales y vitaminas en su dieta. La cantidad de estos nutrientes varía dependiendo factores inherentes a la vaca, como son su condición corporal, comportamiento productivo y estado fisiológico, descrito como mantenimiento, actividad física, ganancia de peso, reproducción, producción de leche; y algunos factores exógenos como temperatura, humedad, lluvia o sequía, principalmente. Los factores que afectan el tipo y la cantidad de proteína o energía suplementada son: la cantidad de forraje disponible, la calidad del mismo, la condición corporal del ganado, la talla del animal, el nivel de producción de leche, y la edad. Los ingredientes o alimentos usados para la suplementación, van a satisfacer en diferente proporción las necesidades de energía, proteína, minerales y vitaminas del animal y van a verse afectadas por como se den, la forma de suplementarlos o la estrategia de suplementación.

FACTORES QUE AFECTAN LA SUPLEMENTACIÓN

Cantidad de forraje disponible en el agostadero.

Un forraje es definido como el material vegetal que puede ser consumido por el ganado y donde se encuentran las hojas, tallos, flores, o frutos. Uno de los factores más comunes para la suplementación es la falta de pasto o forraje disponible en el agostadero, y una acción que se debe considerar es disminuir el número de animales en el potrero y tratar de implementar un programa de suplementación para el ganado que permanece. En tanto la cantidad de forraje en el agostadero disminuye, también lo hace la capacidad de los animales de pastorear de forma selectiva, lo que disminuye la calidad de la dieta. Lo cual implica la suplementación del ganado incluso cuando éste a disminuido en número.

Calidad del forraje en el agostadero.

En forma general podemos considerar un forraje de baja calidad el que tiene menos del 7% de proteína cruda (PC) y tiene baja digestibilidad, con menos del 50% de nutrientes digestibles totales (NDT). Los microorganismos ruminales necesitan más del 7% de proteína cruda o su equivalente en amoníaco para poder crecer, desarrollarse y fermentar los carbohidratos consumidos. Cuando los carbohidratos están muy lignificados, disminuye la capacidad de los microorganismos de fermentarlos afectando su consumo por parte del animal, disminuyendo el aporte energético mediante ácidos grasos volátiles (AGV), además menos del 50% de NDT afecta la disponibilidad de estructuras carbonadas para la formación de proteína microbiana. Estas deficiencias limitan la cantidad de forraje que el ganado puede consumir, por lo que el consumo de alimento y el contenido de nutrientes disminuye, incrementando la necesidad de un suplemento. Un forraje de mediana calidad, con un contenido entre 7 y 11 % de PC, y 50 a 57% de NDT elimina o reduce significativamente la

necesidad de suplementación proteica o energética. Los microorganismos ruminales fomentan su crecimiento y reproducción con niveles mayores de 7% de PC, considerando que la proteína microbiana es de alta calidad, éstos niveles potencian la cantidad de proteína microbiana que el animal puede consumir. Los niveles de NDT favorecen la fermentación de los carbohidratos estructurales, la síntesis de AGV y la disponibilidad de estructuras carbonadas para la síntesis de proteína microbiana. Los forrajes de alta calidad con al menos el 12% de PC y 58% o más de NDT usualmente remueven la necesidad de implementar un programa de suplementación, a excepción que sean vacas con altas producciones de leche y que estén delgadas. Sin embargo, cuando el forraje es de alta calidad, pero se presenta en bajas cantidades, como es el caso del inicio de la época de lluvias, se presenta la necesidad de suplementar al ganado para que llene y con energía. El consumo de forraje del ganado en agostaderos depende del peso del animal y la calidad del forraje. Un forraje de baja calidad trae consumos del 1.5% del peso vivo (% PV), mientras que un forraje de alta calidad presenta consumos del 3% PV. La cantidad promedio de consumo de forraje es entre el 2 y 2.5% del PV.

Condición corporal

La condición corporal se define como la proporción grasa musculo de un animal. Y el nivel de condición corporal nos dice el estado energético de la vaca, generalmente es tomado por la cantidad de grasa almacenada del rumiante. Una vaca con baja condición corporal (flaca) incrementa drásticamente la necesidad de la suplementación nutricional, y satisfacer esas necesidades pudiera ser económicamente inviable. Una vaca con la condición corporal moderada elimina la necesidad de la suplementación o la disminuye drásticamente. Vacas carnosas no necesitan suplementación a menos que se quiera que disminuyan el consumo de forraje nativo. Dar un concentrado disminuirá la cantidad de forraje pastoreado lo que pudiera ser una estrategia para incrementar la disponibilidad de forraje de un potrero. Si el consumo de forraje no se reduce, es posible obtener una alta producción o incrementar los depósitos de energía (grasa) almacenada en la vaca.

Talla del animal.

El potencial de consumo de forraje está asociado a la talla del animal, por lo que animales de talla grande van a ingerir mas alimento que animales de talla chica. Es importante realizar ajustes a carga animal para garantizar que las vacas consuman suficiente forraje, o utilizar sistemas de pastoreo de alta intensidad baja frecuencia. Si la cantidad o calidad del forraje es limitante para la producción, las tallas grandes van a requerir mayor cantidad de suplementos que las tallas chicas.

Producción de leche.

Las vacas con altas producciones de leche consumen mayores cantidades de forraje, pero no es suficiente para satisfacer sus requerimientos extras de nutrientes. Las vacas altas productoras de leche requieren mayor suplementación cuando la calidad del forraje no es adecuada, desde un 50 a un 100% más suplementos que las vacas con baja producción láctea con la misma talla animal.

Edad.

Los animales jóvenes están todavía creciendo y requieren nutrientes extra, pero su talla corporal no es tan grande como la de animales maduros. Las vaquillas en desarrollo no consumen tanto forraje como vacas maduras debido a su talla corporal. Por lo tanto, las vaquillas jóvenes requieren mejor calidad de dietas que vacas maduras, y frecuentemente necesitan diferentes suplementos. Por lo que separar animales por etapas fisiológicas o productivas mejora la eficacia en los sistemas de suplementación.

INGREDIENTES PARA LA SUPLEMENTACIÓN

Harinas de oleaginosas.

Las alternativas incluyen la harina de soya, harina de semilla de algodón, harina de canola y algunas otras. Estas harinas son altas en proteína cruda (38 a 45%), y son fuentes de energía medio-alto, y comúnmente se le da al ganado de 1 a 2 kg por animal por día. Usualmente es la forma más barata de la suplementación proteica, aunque son relativamente costosos por tonelada. Estos ingredientes son más usados cuando sólo se necesita proteína y la energía o no se requiere o se requiere en pocas cantidades. Es más efectiva cuando se suplementan vacas secas en condición corporal moderada o buena donde tienen acceso a forrajes de poca proteína, pero mediana cantidad de energía.

Cereales.

El maíz y el sorgo son los ingredientes mas comunes que contienen bajos niveles de proteína y son altas fuentes de energía. Otros cereales incluyen la avena, trigo y sorgo. Los cereales usualmente son la forma más barata de suplementar energía. Estos ingredientes son altos en almidón, el cual pudiera interferir en la digestibilidad de la fibra.

Subproductos de cereales.

Algunos ingredientes como el salvado de trigo, polvillo de cebada, y salvado de arroz, son ligeramente más altos en proteína y con un poco menos energía que los cereales, y contienen bajas cantidades de almidón. Y debido a que el almidón pudiera afectar la digestibilidad de la fibra, éstos se consideran excelentes ingredientes para la suplementación.

Pollinaza.

Ampliamente usada en México. Este ingrediente proviene del desperdicio producido en las granjas donde se engordan los pollitos. Y su calidad depende mucho de la cama que se usó en las casetas, pudiendo ser de baja calidad como el aserrín o de alta calidad como el rastrojo de maíz. Su uso adecuado provee suficiente nitrógeno para satisfacer los requerimientos nutricionales de los microorganismos ruminales, los cuales formaran la proteína microbiana que estará disponible para el animal. Es recomendable en cantidades de 1 a 3 kg por día asumiendo que se tiene suficiente cantidad de forraje de mediana calidad. Sin embargo, cuando no se tiene suficiente cantidad de forraje o su calidad es muy mala, por su baja cantidad de NDT, se recomienda combinarla con cereales o subproductos de cereales y ese suplemento ajustarlo a consumos de 1 a 3 kg por día, dependiendo la necesidad del animal.

Henos

Henos de alta calidad como el de alfalfa, canola o soya son usados como suplementos proteicos. Los henos de gramíneas de granos pequeños también son ampliamente usados y usualmente su costo es muy competitivo. Son administrados a libre acceso o con restricciones.

Bancos de proteína

Arbustivas forrajeras son alternativas nativas para mejorar la suplementación del ganado. Usualmente se plantan dentro del agostadero y su uso es restringido con el pastoreo.

ESTRATEGIAS DE SUPLEMENTACIÓN

La suplementación debe darse para satisfacer deficiencias nutricionales específicas. La condición corporal es un factor clave para escoger el tipo de suplementación. Vacas delgadas son más deficientes en energía que en proteína. Vacas carnosas si requieren algo va a ser proteína.

Para minimizar la suplementación se pueden usar forrajes de mejor calidad que el disponible en el agostadero. Es difícil proveer recomendaciones generales para la suplementación proteica y energética, sin embargo, vacas secas con adecuada condición corporal requieren de 0.5 a 1 kg de concentrado proteico por día. Sin embargo, si la calidad del forraje es muy baja deberán consumir un concentrado proteico entre 1.5 kg a 2 kg por día. Una vaca de talla madura delgada va a requerir de 1 a 2 kg de un suplemento medio en proteína, pero con alta energía. Después del parto todas las recomendaciones se deben duplicar. La frecuencia de alimentación depende de la capacidad humana de suministrarlo. Aunque el uso de cubos o bloques lo facilita. La sal puede ser usada para restringir el consumo, combinando una parte de sal por 3 partes del suplemento, lo que restringe el consumo a medio kg. Se tiene que tener agua limpia y fresca, y de buena calidad al usar la sal, así mismo, si el agua esta cerca del concentrado se incrementa el consumo del mismo.

Cubos o a granel.

Se pueden hacer cubos o cilindros peletizados, o usarlos a granel. Al 20% de PC es lo más común, aunque también son usados al 30%, y son usados para proveer una combinación de proteína y energía. Se usan de 2 a 3 kg por vaca por día. Cuando combinamos un tercio de harina de oleaginosas y dos tercios de cereales obtenemos el equivalente a 20% de PC. Si utilizamos una mezcla de 3 cuartas partes de harinas y 1cuarta parte de cereal el suplemento alcanza más del 32% de PC. Algunas alternativas incluyen el uso de nitrógeno no proteico (NNP), usualmente la urea, el cual suministra nitrógeno para la síntesis de proteína microbiana. Los subproductos como el bagazo de cervecería, harinas de gluten de maíz, semilla de harina de algodón tienen el mismo nivel de proteína y energía que los cubos.

Bloques proteicos.

Usualmente contienen del 30 al 40% de PC y son de bajo a medio nivel energético. Su formulación y estructura física limita el consumo de medio kg hasta 2 kg por día. Usualmente se usa una gran cantidad de NNP. Su uso es cuando el forraje disponible contiene menos del 7% de PC y menos de 52% de NDT. Su objetivo principal es en el mantenimiento del ganado, ya que no aporta lo suficiente en la lactancia o el desarrollo de los animales.

BIBLIOGRAFIA

- Ball, D. M., C. S. Hoveland, and G. D. Lacefield. 2002. Southern forages, 3rd Ed. Modern concepts for forage crop management. Potash & Phosphate Institute and the Foundation for Agronomic Research, Norcross, GA.
- Bennett, L. L., A. C. Hammond, M. J. Williams, C. C. Chase Jr., and W. E. Kunkle. 1999. Diet selection by steers using microhistological and stable carbon isotope ratio analyses. *J. Anim. Sci.* 77:2252.
- Brown, W. F., and P. Mislevy. 1988. Influence of maturity and season on the yield and quality of tropical grasses. Pages 46–54 in Florida Beef Cattle Res. Rep. Univ. of Florida, Gainesville.
- Dzuik, P.J. and R.A. Bellows. 1983. Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. *J. Anim. Sci.* 57(suppl. 2):355.
- Freetly, H. C., and J. A. Nienaber. 1998. Efficiency of energy and nitrogen loss and gain in mature cows. *J. Anim. Sci.* 76:1513.
- Freetly, H. C., C. L. Ferrell, and T. G. Jenkins. 2000. Timing of realimentation of mature cows that were feed-restricted during pregnancy influences calf birth weights and growth rates. *J. Anim. Sci.* 78:2790.
- Freetly, H. C., C. L. Ferrell, and T. G. Jenkins. 2005. Nutritionally altering weight gain patterns of pregnant heifers and young cows changes the time that feed resources are offered without any differences in production. *J. Anim. Sci.* 83:916
- Herd, D.B. and L.R. Sprott. 1986. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. *Texas Agric. Ext. Bull.* B-1526.
- Hughes, A. L., M. J. Hersom, J. M. B. Vendarmini, T. A. Thrift, and J. V. Yelich. 2010. Comparison of forage sampling method to determine nutritive value of bahiagrass pastures. *Prof. Anim. Sci.* 26:504.
- Jung, H. G., G. L. Bennett, and T. Sahlu. 1989. Magnitude of diet selection by sheep grazing smooth brome grass. *J. Anim. Sci.* 67:2106.
- Lardy, G. 2001. Strategic supplementation. <http://www.tsln.com/article/20100727/TSLN01/100729975&parentprofile=search>.
- Marsh, R. 1979. Effect of herbage DM allowance on the immediate and longer term performance of young Friesian steers at pasture. *N. Z. J. Agric. Res.* 22:209.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington DC.
- Patterson, H. H., T. J. Klopfenstein, D. C. Adams, and J. A. Musgrave. 2003. Supplementation to meet metabolizable protein requirements of primiparous beef heifers: I. Performance, forage intake, and nutrient balance. *J. Anim. Sci.* 81:800.
- Richards, M.W., J.C. Spitzer, and M.B. Warner. 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62:300.

Spears, J. W., R. W. Harvey, and E. C. Segerson. 1986. Effects of marginal selenium deficiency and winter protein supplementation on growth, reproduction, and selenium status of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 63:586.

Triplett, B. L., D. A. Neuendorff, and R. D. Randel. 1995. Influence of undegraded intake protein supplementation on milk production, weight gain, and reproductive performance in postpartum Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 73:3223.

Waterman, R. C., E. E. Grings, T. W. Geary, A. J. Roberts, L. J. Alexander, and M. D. MacNeil. 2007. Influence of seasonal forage quality on glucose kinetics of young beef cows. *J. Anim. Sci.* 85:2582.

Wiley, J.S., M.K. Peterson, R.P. Ansotegui, and R.A. Bellows. 1991. Production from first-calf beef heifers fed a maintenance or low level of prepartum nutrition and ruminally undegradable or degradable protein postpartum. *J. Anim. Sci.* 69:4279.

Wiltbank, J.N., W.W. Rowden, J.E. Ingalls, and D.R. Zimmerman. 1964. Influence of postpartum energy level on reproductive performance of Hereford cows restricted in energy intake prior to calving. *J. Anim. Sci.* 23:1049.

AJUSTE DE CARGA ANIMAL

RICARDO VÁSQUEZ ALDAPE
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SALTILLO, COAHUILA.

Definición de conceptos.

-A qué se refiere la palabra “ajuste” en Manejo de Pastizales? El Diccionario de la Lengua Española (2018) presenta algunas definiciones. 1. Unión de varias piezas que encajan perfectamente entre sí. 2. Adaptación o acomodación de una cosa a otra, de suerte que no haya discrepancia entre ellas. Se puede entender, por consecuencia, que “ajuste” en Manejo de Pastizales, es la determinación de todos los factores (se señalan más adelante) que es necesario integrar en el método utilizado para establecer, sin omitir factores importantes, el número de unidades animal (preferiblemente), que pueden satisfacer sus necesidades vitales (nutrición, reproducción, etc.) en el conjunto de sitios que conforman el pastizal localizado dentro del cerco perimetral de un rancho/ejido.

-A qué se refiere la expresión “carga animal”? El Glosario de Pastizales y Praderas de Vásquez et al (2017) la define como: El número de animales de una clase específica, o de unidades animal, que apacientan en un pastizal de una superficie dada, en un período específico de tiempo (Heitschmidt y Stuth, 1991) o, en forma inversa, la superficie de pastizal asignado a cada animal para todo el período del año en que este se puede apacentar (Lyons y Machen, 2001). Adicionalmente, presentan definiciones que involucran el uso del concepto, tales como:

Carga animal actual.- Equivale a la expresión “Carga animal”, sin especificar el factor tiempo. Tiene equivalencia con la expresión “**Carga animal encontrada**”, que se refiere al número de unidades animal que apacientan un área durante el período de observación (Cotecoca, 1970).

Carga animal apropiada.- La asignación de un número de animales a un pastizal de un área dada, los cuales efectuarán un uso apropiado al final del período de apacentamiento planeado (SRM, 1974; NRPH, 1997). Tiene relación estrecha con la expresión “**carga animal óptima**, que se refiere a la carga animal a la cual el máximo de producción animal ocurre en relación a un período, sin el deterioro de la pradera (González y Meléndez, 1980).

Carga animal por hectárea.- Número, expresado en unidades animal, o también, como peso vivo total, expresado en kilos, que apacientan en cada hectárea de pradera o pastizal. (Animal units per hectare). Tiene relación estrecha con la expresión “**carga global**”, que se refiere al número de unidades de ganado mayor, o kilos de peso vivo que soporta, por término medio, una hectárea de una pradera (Voissin, 1994) o pastizal.

Carga animal recomendada.- Número de unidades animal (Cotecoca, 1970) que se recomienda asignar, según la “condición” en que se encuentre el pastizal, sin causar deterioro en dicho pastizal.

-Qué relación tiene la “carga animal” con la “capacidad de carga” (animal), de un rancho, o un ejido?. Es una expresión que se refiere a la población o al número máximo de animales herbívoros que se pueden alimentar satisfactoriamente en un pastizal por un número específico de días, meses o en el año (Stoddart et al., 1975), sin causar daños al suelo, sin causar reducción en la cantidad y calidad del forraje producido, sin afectar la nutrición de los animales, o causar perjuicios a los recursos naturales relacionados (ASRM., 1964; Allen y Starr, 1982), como la fauna. En su lugar, en otros países se utilizan

expresiones como “capacidad sustentadora” (expresión chilena), “capacidad de apacentamiento”, “capacidad de pastoreo”, “capacidad de sostenimiento de animales”. Dicha capacidad de carga se expresa generalmente en **Hectáreas por unidad animal**, en condiciones de baja productividad, como en las zonas áridas y semiáridas, donde se requieren de varias a muchas hectáreas para alimentar a una unidad animal, o en **Unidades Animal por Hectárea** (FIRA, 1996), como ocurre en condiciones de alta productividad de los trópicos, donde en una hectárea puede alimentarse más de una unidad animal, durante un año o, al menos, durante el tiempo que dure el forraje disponible. Cabe señalar que no existe una capacidad sustentadora única y correcta para todos los años, ya que la productividad es variable, según las condiciones climáticas de cada año (Heady, 1975; Stoddart et al., 1975).

-Qué importancia tiene la capacidad de carga para el funcionamiento del rancho, o el ejido?

Para operar correctamente un rancho o ejido, si la tiene, y mucha. Es un concepto que, bien entendido y bien aplicado, permite mantener el balance entre el número de animales herbívoros que se encuentran en un rancho, o ejido, y la cantidad de forraje que el pastizal (o agostadero) ofrece para el consumo de tales animales a lo largo del año..... y este ofrecimiento puede cambiar, ligera o drásticamente, de año a año. Es una medida que, erróneamente, se aplica solamente al ganado doméstico, ya que se deben considerar también los “otros herbívoros” (Kent et al., 2004), es decir los animales silvestres que se encuentran presentes, pero que dependen también del forraje ofrecido por el pastizal. Los venados, conejos, liebres, ratas canguro, perritos de la pradera, ardillas, berrendo, borrego berberisco, etc., son también herbívoros consumidores -o destructores- de las plantas y, por esta razón, son con frecuencia competidores del mismo ganado, sin tomarlo en cuenta, desafortunadamente, al momento de determinar el tamaño del hato, es decir, el número de animales domésticos (bovinos y equinos, principalmente) o “unidades animal” que habrán de pastorearse en el rancho o ejido. Colectivamente, estos “otros herbívoros” son considerados como “otra herramienta” (aparte de los animales de pezuña, el “descanso”, el fuego, y otras tecnologías) para el manejo de los pastizales, ya que son indicadores cualitativos de la salud del ecosistema, ya que la presencia o ausencia de algunas especies indica si el pastizal está empobreciéndose, estable, o en recuperación.

-Qué relación tiene la capacidad de carga con el concepto de “coeficiente de agostadero”? Tiene relación inversa. A mayor capacidad de carga, menor será el “coeficiente de agostadero”, que se entiende como la relación entre una superficie de terreno y una unidad animal, necesaria para mantener una explotación ganadera y/o cinegética en forma económica y productiva permanente, sin deteriorar los recursos naturales (suelo, agua, plantas, fauna, etc.) que forman al pastizal. Dicho de otra manera, es la superficie necesaria para mantener una unidad animal en explotación y producción animal máxima y permanente en un área dada, compatible con la perpetuación de los recursos naturales.

-Alcances posibles del trabajo de evaluación de la carga animal. Considerando al rancho/ejido, como empresa, sistema o unidad de producción, simple (que produce una sola especie de ganado) o diversificada (que además de ganado, produce fauna para vender trofeos y otros bienes y servicios), es necesario establecer el alcance del trabajo, es decir, si la carga animal que se desea determinar es **1. simplificada**, es decir, solo para ganado bovino, o **2. integral**, es decir, de bovinos y otros animales domésticos (caballos, burros,

cabras, ovejas, etc) o de ganado bovino, otros animales domésticos y, además, de la fauna, es decir, los “otros herbívoros”.

-Qué criterios y especificaciones se aplican para “ajustar” la “capacidad de carga” y, por consecuencia, la “carga animal” de un rancho o ejido, o bien, de cada uno de sus potreros?

Algunos autores establecen que la capacidad de carga a menudo se ajusta considerando: **1)** la pendiente del terreno, en el interior de cada potrero, **2)** la distancia entre el agua, o los abrevaderos que contienen a esta, y el forraje, **3)** la superficie de cada potrero y **4)** la superficie ocupada por cada sitio de pastizal, de cada potrero. Naturalmente que las dos últimas consideraciones implican efectuar el trabajo de mapeo de potreros, sitios, determinación y medición de la superficie de cada sitio dentro de cada potrero, utilizando el mapa elaborado. La capacidad de carga también debe ser ajustada cuando se incrementa el porcentaje de suelo desnudo, arena, grava o piedra, y cuando la invasión de malas hierbas, arbustos o árboles ocurre, ya que la productividad de forraje utilizable por hectárea, se reduce en cada potrero.

El primer factor de ajuste se puede presentar de la forma siguiente:

Cuadro 1. Reducción en la capacidad de apacentamiento por el ganado (bovino) para diferentes rangos de pendiente del terreno.

Pendiente (%)	Reducción en la capacidad de apacentamiento (%)
0 – 10	Ninguna (Toda la superficie es apacentada)
11- 30	30 (El 30 % de la superficie no es apacentada)
31- 60	60 (El 60 % de la superficie no es apacentada)
Más de 60	100 (Áreas consideradas como no apacentables)

Fuente: Holechek *et al.* (1989). **Nota:** Se recomienda verificar tales especificaciones en cada rancho, en virtud de los cambios ambientales y las razas en aprovechamiento.

El segundo factor de ajuste se señala de la forma siguiente:

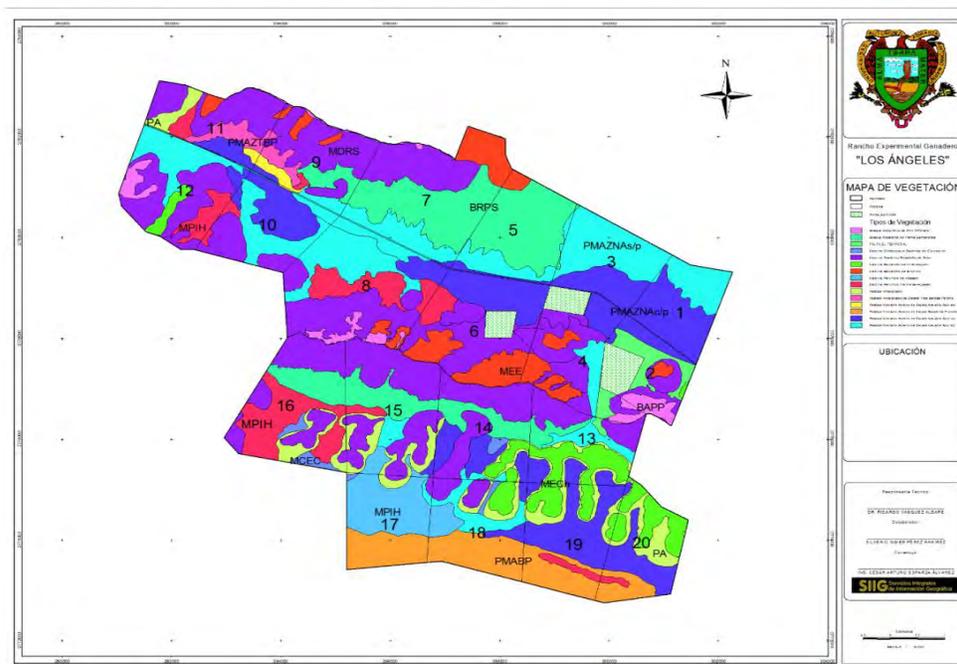
Cuadro 2. Reducción de la capacidad de apacentamiento del ganado con respecto a la distancia entre los abrevaderos y el forraje.

Distancia entre los abrevaderos y el forraje (Km)	
Km	Reducción en la capacidad de apacentamiento (%)
0-1.6	Ninguno (Toda la superficie es apacentada)
1.6-3.2	50 (El 50 % de la superficie no es apacentada)
Más de 3.2	100 (se considera esta área como no apacentable)

Fuente: Holechek *et al.* (1989). **Nota:** Se recomienda verificar tales especificaciones en cada rancho, en virtud de los cambios ambientales y las razas en aprovechamiento.

-Qué otras acciones complementarias son requeridas para determinar la carga animal y, además, para integrar el programa de Manejo de Pastizales del rancho/ejido y hacer un trabajo completo?

La determinación de la carga animal resuelve el problema de Manejo del pastizal del rancho/ejido, pero de manera parcial. Dicho manejo requiere de abordarse de manera integral y generar un documento que se entregue al ganadero o al comisario ejidal, donde se respondan todas las preguntas y se den las indicaciones para efectuar las acciones necesarias en el futuro, que aseguren el alcance de los objetivos planteados en cuanto al mejoramiento continuo o en cuanto a la sustentabilidad. Por consecuencia, es necesario efectuar una diversidad de trabajos utilizando varios métodos que, integrados para aplicarse de manera simultánea en cada sitio y en cada punto de muestreo, generen una diversidad de datos que, convertidos en información, permitan elaborar un programa de manejo de pastizales adecuado, a la medida de las características de cada rancho/ejido. Entre los métodos que se han venido utilizando en la UAAAN para tales fines, se pueden citar: **1.** Método fisonómico, para determinación de sitios de pastizal, **2.** Método del transecto a pasos modificado, para determinar cobertura, composición botánica de especies de plantas, suelo desnudo, materia orgánica, y otros componentes, **3.** Método del punto central del cuadrante para determinar densidad de arbustos o árboles y cobertura (en lugar del método de la línea de Canfield) de arbustos, **4.** Método del “corte directo”, para estimar producción de forraje (recomendable hacerlo 4 veces, en cada cambio de estación climática), **5.** Método fotográfico, para estimar indirectamente la producción de forraje, **6.** Muestreo de suelo con barrena, **7.** Método de la “regadera”, para la evaluación de escurrimientos en cada sitio de pastizal, **8.** Método de la “guía para evaluar, diagnosticar y calificar el programa de manejo de pastizales de un rancho/ejido. Complementariamente, se requiere elaborar un mapa que contenga y señale la posición geográfica de los abrevaderos, la cabecera (el “casco”) del rancho/ejido, la superficie de los potreros y de cada sitio de pastizal dentro de cada potrero. Ver ejemplo anexo.



-Qué requisitos se deben atender al realizar los trabajos de campo?.

Entre otros, se considera que, al menos, el técnico responsable debe: 1. Conocer las plantas del pastizal, al menos las más comunes 2. Observar, por al menos 24 horas continuas, qué plantas son consumidas por los animales, 3. Observar la distribución del ganado entre los sitios de pastizal diferenciados y mapeados, 4. Observar (y preguntar a los que viven en el rancho/ejido) la frecuencia con que el ganado pastorea las diferentes posiciones del perfil topográfico del terreno, 5. Observar, a partir de la ubicación del abrevadero, las distancias que recorre el ganado al pastorear, 6. Observar el “gradiente” de pastoreo y seleccionar áreas “promedio” para el muestreo, es decir, que no sean ni áreas de sacrificio (cercanas a los abrevaderos) ni áreas nunca pastoreadas, muy distantes del agua. Si se tiene el tiempo y recursos, se puede distribuir el muestreo en estas áreas, 7. Efectuar los muestreos al menos 4 veces en el año para “apegar” el muestreo a la curva anual de crecimiento de las plantas. Las fechas de cambio de estación pueden ser recomendables, 8. Repetir los muestreos por varios años, para evaluar los cambios en el régimen de lluvias que se presentan cíclicamente en cada región. Los ganaderos de edad avanzada estiman que en el norte de México las lluvias presentan cambios en un ciclo de 10-12 años (antes de la determinación del cambio climático).

La información generada con apoyo de los métodos anteriores permite integrar un cuadro de concentración donde se llega a señalar el número de unidades animal (tamaño del hato) necesarios para consumir ese forraje en un día, o bien, el número de días que cada grupo de bovinos puede permanecer en cada potrero según el tamaño actual del hato, según el nivel de utilización permitido. Ver cuadro anexo. Tomado de Pérez (2012).

Rancho Ganadero Experimental “Los Angeles”.							POTRERO 20		
SITIOS Estación. 1	SUP. (Ha)	Aj. C/D (%)	Aj. P (%)	Aj.D/A (%)	Total (Ha)	kg/Ms/Ha	Forraje Total	U. 50%	U. 25%
MECh	78.25	85	40	100	26.56	109.7	2913.3	1456.6	728.3
PAZ3B	55.80	100	100	100	55.80	115.3	6433.6	3216.8	1608.4
PBAZA-CP	76.75	100	100	100	76.75	85.3	6547.1	3273.6	1636.8
PMAZB	45.07	100	100	100	45.07	247.0	11131.8	5565.9	2782.9
MPIH	6.52	51	100	100	3.35	103.6	346.9	173.5	86.7
							27372.7	13686.3	6843.2
						kg/día	13.5	13.5	13.5
						UA	2027.6	1013.8	506.9
Estación. 2									
MECh	78.25	85	40	100	26.56	106.1	2816.6	1408.3	704.1
PAZ3B	55.80	100	100	100	55.80	308.8	17232.3	8616.2	4308.1
PBAZA-CP	76.75	100	100	100	76.75	52.0	3992.0	1996.0	998.0
PMAZB	45.07	100	100	100	45.07	196.3	8846.8	4423.4	2211.7
MPIH	6.52	51	100	100	3.35	125.8	421.2	210.6	105.3
							33308.9	16654.5	8327.2
						kg/día	13.5	13.5	13.5
						UA	2467.3	1233.7	616.8
Estación. 3									
MECh	78.25	85	40	100	26.56	85.0	2257.8	1128.9	564.5
PAZ3B	55.80	100	100	100	55.80	26.9	1500.5	750.3	375.1
PBAZA-CP	76.75	100	100	100	76.75	15.6	1195.0	597.5	298.7
PMAZB	45.07	100	100	100	45.07	108.4	4886.5	2443.2	1221.6
MPIH	6.52	51	100	100	3.35	32.1	107.4	53.7	26.8
							9947.2	4973.6	2486.8
						kg/día	13.5	13.5	13.5
						UA	736.8	368.4	184.2
Estación. 4									
MECh	78.25	85	40	100	26.56		0.0	0.0	0.0

PAZ3B	55.80	100	100	100	55.80		0.0	0.0	0.0
PBAZA-CP	76.75	100	100	100	76.75		0.0	0.0	0.0
PMAZB	45.07	100	100	100	45.07		0.0	0.0	0.0
MPIH	6.52	51	100	100	3.35		0.0	0.0	0.0
							0.0	0.0	0.0
						kg/día	13.5	13.5	13.5
						UA	0.0	0.0	0.0
POTRERO 20= Numero del potrero Estación 1= Primavera, 2=Verano, 3=Otoño, 4=Invierno									
SUP. (Ha)= Superficie, en Ha. Aj. C/D (%)= Ajuste por cobertura y densidad de arbustos									
Aj. P= Ajuste por pendiente del terreno, expresado en por ciento Aj.D/A=Ajuste por distancia entre abrevaderos y el forraje, expresado en por ciento									
Total (Ha)= Sperficie total, expresada en Ha. kg/Ms/Ha=Kilogramos de materia seca por Ha									
U= Nivel de utilización del forraje, por el ganado, expresado en por ciento									
PAZ3B= Letras iniciales del nombre del sitio (Pastizal Amacollado de Zacate tres barbas)									
Ejemplo de cálculo: 78.25 Ha x .85= 66.51x.40=26.56x 1.00= 26.56 Ha efectivas x 109.7= 2913.3 Kg de forraje en el sitio x .50 = 1456.5 Kg de forraje disponibles si utilización al 50%, o 2913.3x .25 = 728.3Kg de forraje disponibles, si utilización al 25%.									
Kg/día= 13.5 = consumo de forraje por unidad animal/día, si se admite tasa de consumo del 3% de 450.0 Kg de peso de la U. Animal									
1013.8 = Unidades animal necesarias para consumir el forraje disponible al 50 % de utilización, en un día									
506.9= = Unidades animal necesarias para consumir el forraje disponible al 25 % de utilización, en un día									
Si el tamaño del hato es de 50 U.A.= 1013.8/50= 20.28 días de pastoreo, al 25 % de utilización.									
Si el tamaño del hato es de 50 U.A.= 506.9/50= 10.14 días de pastoreo, al 25 % de utilización.									
NOTA: La carga animal/año para cada potrero se calcula sumando el valor total de la producción de forraje de cada estación y se divide entre 4. Según sea el porcentaje de utilización (50 o 25 %) que se estime conveniente para el pastizal del potrero, es el valor de la cantidad de forraje disponible. Asimismo, la carga animal/año para el rancho/ejido, se calcula sumando el valor promedio de forraje producido en las cuatro estaciones del año de muestreo, en cada potrero, y se divide entre el número de potreros.									

Observaciones finales.

-La “capacidad de carga” de un rancho o ejido es uno de múltiples conceptos que deberán revisarse, entenderse y aplicarse rigurosa y continuamente en la planeación del pastoreo.

-El inventario de ganado doméstico y su conversión a número de unidades animal es una parte de dicha planeación, sin olvidar la necesidad de estimar, al menos, el factor de consumo y/o destrucción de forraje causado por los “otros herbívoros”.

-Los valores de los índices de consumo por el ganado y los “otros herbívoros”, así como los valores de utilización del pastizal por aplicar son factores que habrá que manejar con la flexibilidad necesaria para compensar el estado productivo (la condición, o la salud) de los sitios de pastizal y las diferentes razas de ganado bovino en aprovechamiento.

-Las especificaciones de una unidad animal, así como sus equivalencias referidas a especies de ganado no bovino, o fauna, son valores que deberán tenerse a la mano al momento de determinar el tamaño del hato, o hatos, por tener en el rancho o ejido. Ver: Tabla de Equivalencias de la Unidad Animal. Integración efectuada por: Dr. Ricardo Vásquez Aldape. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 2004.

-Los factores de ajuste de la carga animal son elementos de importancia a considerar para llegar a determinar satisfactoriamente el tamaño del hato y sus fluctuaciones a lo largo del año (por muertes, compras, ventas, nacimientos de animales, etc.), así como el “área efectiva de apacentamiento” en cada rancho o ejido.

-Determinar, finalmente el “coeficiente efectivo de apacentamiento” (o coeficiente efectivo de agostadero, expresión que se recomienda dejar de usar), para referirse con mayor precisión a la “capacidad (efectiva) de carga animal” con que se puede operar un rancho o ejido a lo largo del tiempo, y dejar de practicar un Manejo de Pastizales intuitivo, impreciso y poco confiable, que ponga en riesgo el futuro de la biodiversidad y la sustentabilidad ecológica, económica y social, de dichas unidades de producción.

Literatura Citada

- Allen, V.G. 1991. Terminology for grazing lands and grazing animals. Dept. Crop and Soil Sci. VA Polytechnic Inst. and State Univ. Blacksburg, VA. USA. citado por Heady y Child (1991).
- COTECOCA. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. 1970. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 1996. Pastoreo Intensivo Tecnificado en Zonas Tropicales. Segunda Edición. Banco de México. Boletín Informativo. No. 287. Vol. XXIX, Oct., 1996. México. 60 p.
- González M., J.A., F. Meléndez 1980. Efecto de la presión de pastoreo sobre la producción de carne en praderas tropicales. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Depto. Forrajes. Boletín CA-6. Cárdenas, Tabasco. 38 p.
- Heady, H.F. 1975. Rangeland Management. McGraw Hill Book Company. 460 p.
- Heitschmidt, R.K. y J.W. Stuth. Grazing management. An ecological perspective. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, USA. 161 p.
- Holechek, J. L., R.D. Pieper, and C. H. Herbel. 1998. Range Management Principles and Practices. Third edition. Prentice-Hall. New Jersey.
- Kent, J., L.T. Vermerie y W. Gilgert. 2004. The other grazers. Rangelands 26 (3). 30-37 p.
- NRPH (National Range and Pasture Handbook). 1997. Glossary-1. Grazing Lands Technology Institute. USA.
- Pérez, S.G. 2012. Programa de Manejo de Pastizales. Rancho Demostrativo “Los Ángeles” Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- SRM. Society for Range Management). 1974. Range term glossary committee. A glossary of terms used in range management, second edition. Denver, Colorado, USA.
- Stoddart, L.A., A.D. Smith, T.W. Box. 1975. Range Management. McGraw Hill Book Company Third Edition.
- Vásquez, R., M.J. Ayala y J.E. Cantu. 2010. Glosario de pastizales y praderas. Documento inédito. UAAAN. Depto. Rec. Naturales Renovables. Saltillo, Coah. México.
- Voissin, A. 1994. Productividad de la hierba. 2ª edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

Responsable del documento: Dr. Ricardo Vásquez Aldape. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. Correo electrónico: rvaldape@hotmail.com. Tel. (UAAAN) 844 411 03 47;50
