



**Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales
60 Aniversario del Campo Experimental La
Campana INIFAP**

**60 Aniversario de la Facultad de Zootecnia y Ecología-
UACH**

SIMPOSIO

**“MANEJO DEL PASTOREO, TORAL PARA LA
SUSTENTABILIDAD DE LOS PASTIZALES”**

Chihuahua, Chih., 20 de Octubre de 2017

MEMORIA



SOCIEDAD MEXICANA DE MANEJO DE PASTIZALES, A.C.



**ESTRÉS HÍDRICO Y CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA, NUTRICIONAL Y ESTOMÁTICA DE GENOTIPOS DE PASTO BANDERITA (*Bouteloua curtipendula*)
WATER STRESS AND PRODUCTIVE, NUTRITIONAL AND STOMATIC CHARACTERIZATION OF SIDEOATS GRAMA GENOTYPES (*Bouteloua curtipendula*)**

Alan Álvarez Holguín, Carlos R. Morales Nieto, Raúl Corrales Lerma y Federico Villarreal Guerrero

Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Chihuahua, Chih., México.
alvarezalan193@gmail.com

Resumen

El objetivo fue evaluar la respuesta germinativa de genotipos de pasto banderita bajo condiciones de estrés hídrico y caracterizar sus patrones de crecimiento, composición nutricional y el tamaño y densidad de sus estomas. Se evaluaron tres variedades comerciales (Vaughn, Niner y El Reno) y dos ecotipos nativos (E-689 y E-592). Se evaluó la respuesta de la germinación, velocidad de germinación y la longitud de radícula a diferentes niveles de estrés hídrico. Los niveles de estrés hídrico se simularon a través de diferentes potenciales osmóticos (0, -0.7, -1.4 y -2.1 Mpa). En invernadero se evaluó semanalmente el comportamiento de la producción de biomasa aérea y radical y el área foliar, desde la emergencia hasta la décima semana de edad. En las plantas de diez semanas se evaluó la densidad y área de estomas, en haz y envés. También, se evaluó la composición nutricional en las etapas crecimiento, floración y latencia. Los genotipos E-592 y Vauhgn presentaron mayor porcentaje de germinación ($p < 0.05$) en los diferentes niveles osmóticos; no obstante, presentaron mayor ($p < 0.05$) velocidad de geminación. El genotipo E-689 mostró una velocidad de germinación media y un mayor ($p < 0.05$) desarrollo radicular bajo condiciones de estrés hídrico, lo cual puede beneficiar a su establecimiento en campo. Además, produjo mayor ($p < 0.05$) biomasa aérea y radical. Así mismo fue el de mayor valor nutricional y de mejores características del aparato estomático para un uso más eficiente del agua. Por lo anterior, se recomienda reproducirlo y evaluarlo en campo para su posible registro como variedad.

Introducción

La mayor parte de los pastizales en zonas áridas y semi áridas de México se encuentran degradados, principalmente por causa del sobrepastoreo. Para atender estos ecosistemas degradados existen diversas técnicas y metodologías; dentro de las cuales se considera a la resiembra de pastos. Es importante mencionar que una de las especies más utilizada en la resiembra de pastizales en el norte de México, es el pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*). Esto se debe a que se adapta a una amplia gama de condiciones y que posee buen valor forrajero (Morales *et al.*, 2009). No obstante, a pesar de la importancia de este pasto y su potencial de utilización en más de setenta millones de hectáreas, en México sólo se ha generado una variedad (Beltrán *et al.*, 2013). Por esta razón es prioritaria la selección de ecotipos nativos que puedan convertirse en variedades adaptadas a las condiciones locales.

Algunos de los aspectos importantes a considerar para la selección de ecotipos son la capacidad de germinar, emerger, sobrevivir y desarrollarse bajo condiciones de estrés hídrico. Esto debido a que se utilizan en zonas áridas y semiáridas, donde el desecamiento de la superficie del suelo se presenta con mayor rapidez después de un evento de lluvia. Otros aspectos importantes para seleccionar ecotipos son el tamaño y densidad de estomas que poseen, ya que estos son factores de suma importancia para la eficiencia el uso del agua (Lawson *et al.*, 2014). Un rápido desarrollo

tanto de la parte aérea y la raíz son otro criterio importante, ya que además proveer información de su potencial productivo, ayudan a la planta capturar más recursos y facilitar su establecimiento en campo. Así mismo, para seleccionar ecotipos se debe considerar su valor nutricional. Esto debido a que es un factor determinante para la producción animal y a que puede haber variación en la composición química aun y entre genotipos de las misma especie (Colín *et al.*, 2009). Por lo anterior, el objetivo fue evaluar la respuesta germinativa de genotipos de pasto banderita bajo condiciones de estrés hídrico y caracterizar sus patrones de crecimiento, composición nutricional y la distribución y densidad de sus estomas.

Materiales y Métodos

La respuesta germinativa bajo estrés hídrico se evaluó en el laboratorio de Parámetros Ambientales de la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Las variedades utilizadas fueron El Reno, Niner, Vaughn, Kansas 6113 y Kansas 6107, procedentes de USA. Además, se incluyeron dos ecotipos (E-689 y E-592) clasificados como sobresalientes de 135 ecotipos del estado de Chihuahua (Morales *et al.*, 2016). Como agente osmótico se utilizó manitol ($C_6H_{14}O_6$) diluido en agua destilada. Los tratamientos utilizados para simular el nivel de presión osmótica de las semillas fueron: 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 Megapascales (MPa). Las concentraciones se calcularon de acuerdo a con la ecuación propuesta por Vant'Hoff (Ruiz y Torenti 2012): $\Psi\pi = -CiRT$. Dónde: $\Psi\pi$ = potencial osmótico, $-C$ = concentración de la solución expresada como molaridad (moles de soluto por kg de agua), i = constante para la ionización del soluto (0.00545), R = constante de los gases ($0.00831 \text{ kg MPa mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$), T = temperatura en grados Kelvin ($298.15 \text{ }^\circ\text{K}$). Se utilizaron cajas Petri de 90 mm de diámetro provistas de algodón y papel filtro, con 50 semillas y se utilizaron cuatro repeticiones por genotipo y nivel osmótico. Cada repetición fue humectada con 25 ml de la solución correspondiente y se suministró riegos por aspersión de 2 ml cada tercer día. Las cajas Petri se colocaron en una cámara de crecimiento a temperatura de $28 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Se consideró como semilla germinada aquella que alcanzó 0.5 cm de plúmula o radícula. Las variables evaluadas fueron porcentaje germinación (GE), índice de velocidad de germinación (Vge) y longitud de radícula (LR). Para obtener la LR se dejaron crecer las plántulas siete días después de las primeras germinadas, para lo cual se consideraron tres plantas por caja petri. La Vge se calculó mediante la ecuación propuesta por Maguire (1962): $Vge = \sum (\frac{t}{n_i})$. Dónde: Vge = velocidad de germinación, t = número de semillas germinadas por día, t = día de la germinación.

La caracterización productiva, nutricional y estomática se llevó a cabo en un invernadero de la Facultad de Zootecnia y Ecología. Se analizaron las variedades comerciales El Reno, Niner y Vaughn y los ecotipos nacionales E-689 y E-592. Se evaluó la producción de biomasa aérea (PBA), biomasa radicular (BR) y área foliar (AF). Este se realizó a través de mediciones por periodos semanales durante 70 días a partir de la emergencia. La siembra se realizó en bolsas de polietileno negro de 26 cm de altura por 18 cm de diámetro, provistas con arena para facilitar la extracción de raíz. Debido a la falta de nutrientes de la arena, se adicionaron al agua de riego 2 g l^{-1} del fertilizante triple 18. Los riegos con esta solución se proporcionaron hasta punto de saturación cada dos o tres días, según el desecamiento del suelo. La determinación del área foliar se realizó en el total de las hojas de cada planta y cada medición, con la fórmula: $AF = L \times A \times C$. Dónde: AF= área foliar, L= largo de la hoja, A= ancho de la hoja, C= 0.75 constante de ajuste por la forma irregular de la hoja, recomendado para gramíneas. El experimento se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar. En cada medición se evaluaron cinco repeticiones (plantas) seleccionadas al azar para cada

genotipo, por método destructivo. Las plantas se extrajeron de la maceta y se lavó las raíces con agua corriente para remover la arena y separar la parte aérea y la raíz. Las muestras extraídas se secaron en una estufa a 65 °C durante 48 h. Para calcular la PBA y BR se pesó la raíz y biomasa aérea en balanza analítica. La caracterización nutricional se realizó en las plantas en etapa de crecimiento (seis semanas de edad), floración (diez semanas de edad) y latencia. Para el análisis de utilizaron cinco plantas por genotipos, las cuales se molieron en conjunto en un molino Wiley® con malla de 1 mm, para realizar una alícuota. Las muestras se analizaron por triplicado en un espectrofotómetro de infrarrojo cercano (NIR) SpectraStar 2600 XT. Se estimó el porcentaje de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), fibra cruda (FC), lignina detergente ácido (LDA) y proteína cruda (PC). Además, se estimó el porcentaje de hemicelulosa y celulosa mediante la diferencia entre FDN y FDA, y entre FDA y LDA, respectivamente. La caracterización estomática se realizó en una muestra de cinco plantas de diez semanas de edad en cada genotipo, donde se evaluó la densidad estomática (DE), densidad de tricomas (DT), índice estomático (IE) y área estomática (AE). Para ellos se seleccionaron tres hojas maduras de cada planta y se les aplicó barniz transparente de uñas en un segmento de aproximadamente un cm, en el sentido de las nervaduras. Esto se realizó en el haz y en el envés, se dejó secar por 20 min y se retiró el barniz con pinzas de disección. Las muestras se colocaron en un portaobjetos y se cubrieron con un cubre objetos. Luego se observaron a campo claro en un microscopio a 400x. Se tomaron fotografías de cinco campos ópticos de 0,0945 mm², seleccionados al azar y luego se traspoló a 1 mm². En cada campo óptico se contabilizó la DE. El área estomática (AE) se calculó con la información de tres estomas seleccionados al azar, mediante el software Zen 2 core. Las variables DE y AE se calcularon para haz y envés por separado.

La prueba de germinación bajo estrés hídrico se realizó bajo un diseño experimental completamente al azar y el modelo estadístico para el análisis de los datos correspondió a un arreglo de dos factores (genotipo y nivel osmótico). Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias de prueba de Tukey. Los datos de germinación se transformaron por medio del *arco-seno* (seno^{-1}). Para describir la tendencia del crecimiento en los genotipos de pasto banderita, se realizó un análisis de regresión a las variables PBA, BR, AF e ICC. Además, estas variables se analizaron mediante ANDEVA de dos factores (genotipo y tiempo), para determinar diferencias entre genotipos. Así mismo, los datos de la caracterización nutricional y estomática se analizaron por ANDEVA y comparación de medias de prueba de Tukey. Todos los análisis se realizaron con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2006), a un nivel de significancia de 0,05 ($\alpha=0,05$).

Resultados y Discusión

La Figura 1 muestra el porcentaje de GE, Vge y LR de los genotipos evaluados. En estas variables se presentaron diferencias ($p<0.001$) en el comportamiento de los genotipos a través de los niveles osmóticos. Los genotipos E-592 y Vaughn fueron los que más resistieron la disminución del potencial osmótico ($p<0.05$). Sin embargo, estos genotipos fueron los que presentaron mayor ($p<0.05$) Vge, lo cual puede ser una desventaja para su establecimiento. Esto debido a que se ha observado que especies o genotipos con alta velocidad de germinación presentan una alta tasa de mortalidad de plántulas en zonas de precipitación errática, donde después de un evento de lluvia, la precipitación puede ahuyentarse por varios días (Abbott y Roundy, 2003). El genotipo E-689 presentó una Vge media y fue el que presentó mayor ($p<0.05$) LR cuando fueron sometidos a estrés hídrico. Por esta razón, este genotipo puede tener un mejor establecimiento en campo.

El comportamiento de la PBA, BR e ICC de los cinco genotipos de pasto banderita se presenta en la Figura 2. La PBA, BR y AF mostraron una tendencia cuadrática ($p < 0.001$), mientras que el ICC presentó un comportamiento lineal ($p < 0.0001$). El genotipo E-689 presentó mayor incremento ($p < 0.05$) de PBR, BR y AF.

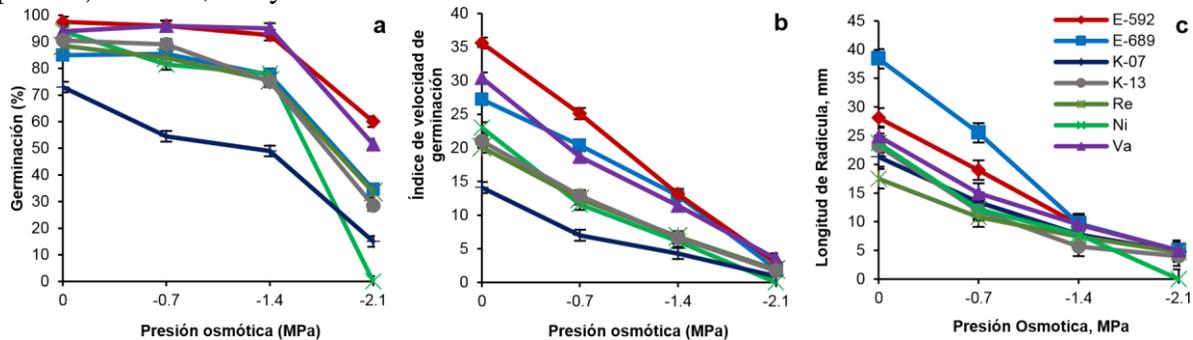


Figura 1. Porcentaje de germinación (a), velocidad de germinación (b) y longitud de radícula de siete genotipos de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*), bajo diferentes niveles de presión osmótica con manitol.

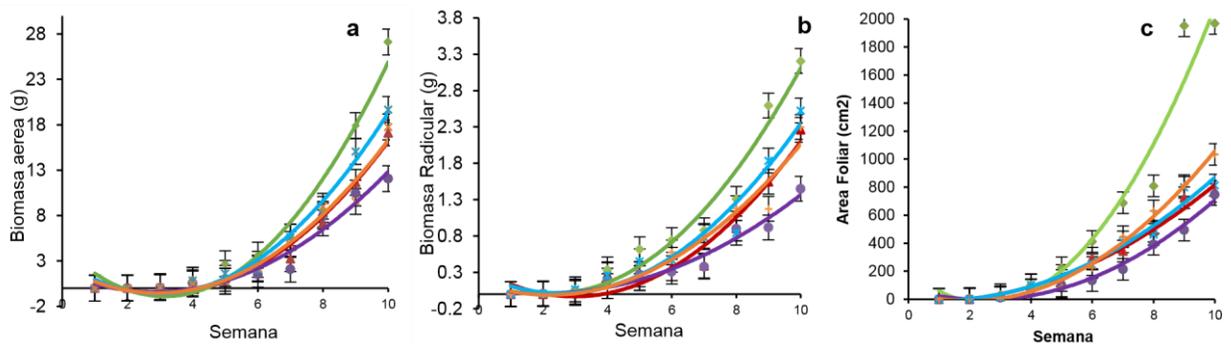


Figura 2. Comportamiento de la producción de biomasa aérea (a), radical (b) y del área foliar (c) de cinco genotipos de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*).

El genotipo E-689 presentó menor ($p < 0.05$) densidad estomática y mayor ($p < 0.05$) área estomática, tanto en el haz como en el envés. Esto puede ser una ventaja adaptativa debido a que está documentado que plantas con mayor DE y menor AE presentan menor tasa de transpiración, lo cual se debe a que con DE bajas, la resistencia estomática aumenta y, en consecuencia, se limita el exceso de transpiración (Lawson *et al.*, 2014; Franks *et al.*, 2015).

Cuadro 1. Caracterización estomática de cinco genotipos de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*), con potencial para su uso en la revegetación de pastizales.

Genotipo	DEE	DEH	AEE	AEH
E-689	176.6±2.7 ^e	152.7±2.8 ^e	358.6±3.3 ^a	361.7±3.5 ^a
E-592	199.9±4.2 ^d	187.3±5.0 ^d	310.2±20.2 ^b	294.6±16.8 ^b
Vaughn	248.5±7.5 ^b	257.7±4.9 ^b	186.7±2.4 ^d	192.9±2.3 ^d
Niner	217.8±3.8 ^c	208.9±3.8 ^c	233.7±2.8 ^c	232.1±3.2 ^c
El reno	275.0±8.7 ^a	273.1±5.0 ^a	221.8±4.5 ^c	204.5±5.2 ^{cd}
Media general	224.0±3.4 ^a	215.9±3.9 ^a	262.2±2.9 ^a	257.1±4.4 ^a

*Medias con letras diferentes representan diferencias estadísticas (Tukey; $p < 0.05$). DEE= Densidad estomática del envés (μm^2). DEH= Densidad estomática del haz (μm^2). AEE= Área estomática del envés (μm^2). AEH= Área estomática del haz (μm^2). Letras diferentes en la media general representan diferencias estadísticas (Tukey; $p < 0.05$) entre haz y envés, sin discriminar entre genotipos

El genotipo E-689 presento menor ($p<0.05$) contenido de fibra cruda y lignina en las etapas de crecimiento y floración; no obstante, en latencia no se presentaron diferencias ($p>0.05$) entre genotipos. Además, presentó mayor ($p<0.05$) contenido de proteína en todas las etapas fenológicas. Debido a esto, se puede considerar como el genotipo de mejor valor nutricional.

Cuadro 2. Composición nutricional de cinco genotipos de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*)

Crecimiento							
Genotipo	FDN	FDA	Fibra Cruda	Hemicelulosa	Celulosa	LDA	PC
E-689	53.7 a	25.8 b	17.0 b	27.9 a	23.5 c	2.26 c	18.2 a
E-592	59.7 a	29.5 ab	21.0 ab	30.2 a	26.5 ab	2.92 ab	15.2 b
Vaughn	61.7 a	30.6 a	22.2 a	31.0 a	27.2 a	3.41 a	13.1 b
Niner	56.3 a	27.0 ab	18.4 ab	29.3 a	24.4 bc	2.56 b	15.5 b
El Reno	56.4 a	27.2 ab	18.7 ab	29.1 a	24.6 abc	2.62 b	15.0 b
Floración							
E-689	66.5 bc	31.8 a	25.7 b	32.1 ab	27.5 a	3.87 b	14.8 a
E-592	69.7 a	29.8 a	28.1 a	33.3 a	26.0 a	4.40 a	13.6 b
Vaughn	64.9 c	30.6 a	26.8 a	29.9 b	26.6 a	4.07 b	13.4 bc
Niner	68.0 ab	29.6 a	27.5 a	32.2 ab	25.6 a	4.58 a	12.7cd
El Reno	67.7 b	31.7 a	27.7 a	32.1 ab	27.3 a	4.40 a	12.0 d
Latencia							
E-689	72.8 a	34.4 b	32.5 a	41.0 b	30.5 b	4.28 a	5.4 a
E-592	70.0 b	36.3 a	30.3 a	40.1 bc	31.9 a	4.39 a	2.1 c
Vaughn	72.9 a	35.0 ab	31.3 a	42.2 a	30.9 ab	4.01 a	4.6 b
Niner	70.3 ab	35.8 ab	30.0 a	40.7 bc	31.2 ab	4.01 a	6.4 a
El Reno	71.6 ab	35.6 ab	32.6 a	49.8 c	31.2 ab	4.41 a	4.9 b

FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente acida, LDA= lignina detergente acida, PC= proteína cruda

Conclusiones

Los genotipos E-592 y Vauhgn fueron los más resistentes al estrés hídrico; no obstante, presentaron la mayor velocidad de geminación. El genotipo E-689 mostró una velocidad de germinación media y un mayor desarrollo radicular bajo condiciones de estrés hídrico, lo cual puede beneficiar a su establecimiento en campo. De igual este genotipo produjo mayor cantidad tanto de biomasa aérea como radical. Así mismo fue el de mayor valor nutricional y de mejores características del aparato estomático para un uso más eficiente del agua y reducir transpiración. Por lo anterior, se recomienda reproducirlo y evaluarlo en campo para su posible registro como variedad.

Literatura Citada

- Abbott, L. B., and B. R. Roundy. 2003. Available water influences field germination and recruitment of seeded grasses. *Journal of Range Management* 56:56-64.
- Beltrán, L. S., D. C. A. García, A. J. A. Hernández, O. C. Loredó, M. M. J. Urrutia, E. L. A. González, y V. H. G. 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.
- Colín, R. M., V. V. M. Zamora, T. M. A. Torres, y S. M. A. Jaramillo. 2009. Producción y valor nutritivo de genotipos imberbes de cebada forrajera en la Región Lagunera de México. *Técnica Pecuaria en México* 47:27-40.
- Franks, P. J., T. W. Doheny-Adams, Z. J. Britton-Harper, and J. E. Gray. 2015. Increasing water-use efficiency directly through genetic manipulation of stomatal density. *New Phytologist* 207:188-195.



- Lawson, T., A. J. Simkin, G. Kelly, and D. Granot. 2014. Mesophyll photosynthesis and guard cell metabolism impacts on stomatal behaviour. *New Phytologist* 203:1064-1081.
- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2:176-177.
- Morales, N. C. R., A. C. Avendaño, C. A. Melgoza, V. K. Gil, C. A. Quero, G. P. Jurado, y S. 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. R., C. A. Quero, A. C. Melgoza, S. M. Martínez, y G. P. Jurado. 2009. Diversidad forrajera del pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México. *Técnica Pecuaria en México* 47:231-244.
- Ruiz, M., and O. Torenti. 2012. Germinación de cuatro pastos bajo condiciones de estrés salino. *Phyton* 81:169-176.
- SAS Institute Inc. 2006. SAS 9.1.3 User's guide. Cary, NC, USA.



DEGRADABILIDAD *In Situ* DE FORRAJE DE MARALFALFA (*Pennisetum spp*) A CUATRO EDADES DE REBROTE EN EL VALLE DEL GUADIANA
***In Situ* DEGRADABILITY OF MARALFALFA (*Pennisetum spp*) FORAGE AT FOUR REGROWTH AGES IN THE GUADIANA VALLEY**

Heriberto de Jesús Maldonado¹, Francisco Oscar Carrete², Osvaldo Reyes², Manuel Murillo²,
Juan Fernando Sánchez²

¹Exalumno de la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UJED. Km. 11.5 carretera Durango-Mezquital. Durango, Dgo., México. C.P. 34170. focc1928mx@yahoo.com

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la degradabilidad *in situ*, del forraje de maralfalfa obtenido mediante corte a cuatro edades del rebrote. El cultivo se manejó bajo condiciones de riego y fertilización. El 16 de marzo se dio un corte de homogenización y posteriormente se realizaron cortes a los 60, 90, 120, 150 días, los cuales fueron considerados como los tratamientos. Se tomaron muestras del forraje obtenido, para determinar la degradabilidad *in situ*. Para esta prueba se utilizaron dos novillos fistulados del rumen, en los cuales se incubaron por duplicado muestras del forraje a los tiempos de 0, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 48, 72 y 96 h. Los datos de degradabilidad se ajustaron a un modelo no lineal de tipo exponencial, el cual contempla los parámetros “a” (fracción soluble), “b” (fracción insoluble, pero degradable), y “c” (tasa constante de degradación). La fracción “a” resultó diferente ($P < 0.05$) entre tratamientos, la fracción “b” no mostró diferencias ($P > 0.05$). La tasa de degradación varió de 0.037 a 0.048, pero tampoco resultó diferente entre tratamientos ($P > 0.05$). La degradabilidad potencial ($DP = a + b$) a los 60 días (0.83) resultó superior ($P < 0.05$) a los otros tratamientos. Similarmente, la degradabilidad efectiva (DE) del forraje cosechado a los 60 días de edad, fue superior ($P < 0.05$) a la de las otras tres edades de rebrote. En general, los parámetros de degradación ruminal del forraje de maralfalfa fueron superiores a una edad de rebrote de 60 días, lo cual representa mejor calidad del forraje.

Palabras clave: maralfalfa, forraje, degradabilidad, calidad, rumiantes.

Abstract

The aim of the study was to determine the *in situ* degradability, of maralfalfa forage, obtained by cut at four ages of regrowth. The crop was managed under irrigation and fertilization conditions. On March 16, an homogenization cut was made, and 60, 90, 120, and 150 days later, the cuts were carried out, which were considered as treatments. Samples of the forage were utilized to determine the *in situ* degradability. Rumen cannulated steers were used in this trial, and samples of forage were in rumen incubated during: 0, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 48, 72, and 96 h. The degradability data were fit to a non linear type exponential model, which include the parameters: “a” (soluble fraction), “b” (insoluble, but degradable fraction), and “c” (degradation rate). The “a” fraction was different

($P < 0.05$) among treatments, while the “b” fraction was not different ($P > 0.05$). The degradation rate varied from 0.037 to 0.048, but was not different ($P > 0.05$) among treatments. The potential degradability (PD=a+b) at 60 days (0.83) was superior ($P < 0.05$) to the other treatments. Similarly, the effective degradability (ED) of the forage at 60 days, was superior ($P < 0.05$) to the other three ages of cut. In general, the ruminal degradability parameters of the maralfalfa forage, were better at the 60 days of the forage age, which means a better quality of forage.

Introducción

La cría extensiva de ganado bovino constituye uno de los más importantes sistemas de producción animal en el estado de Durango. Uno de los problemas para la alimentación de rumiantes apacentando en agostaderos, es la disminución de la producción de forraje durante el periodo de estiaje (Gutiérrez *et al.*, 2012). Por lo que la producción de forrajes con especies cultivadas es un complemento necesario para la producción bovina (Jiménez *et al.*, 2013).

La maralfalfa es una especie vegetal del género *Pennisetum* con potencial forrajero para rumiantes (Clavero y Razz, 2009) que fue introducida en México y se ofrece actualmente como una alternativa viable para cubrir la necesidad de forraje del ganado. Sin embargo, en México y particularmente en el estado de Durango, existe poca información científica que respalde su productividad y calidad nutricional asociadas a las prácticas de corte, por lo que en los últimos años se han realizado algunos trabajos para evaluar su adaptación y la calidad de su forraje.

El entendimiento de la naturaleza del proceso de crecimiento es pieza clave para conocer el potencial y las limitaciones de las plantas forrajeras en cualquier situación de manejo (Pérez *et al.*, 2004). Entre más corto y con alta producción de biomasa total sea el ciclo del cultivo, mas cortes se pueden realizar en un año (Pérez *et al.*, 2015). Ventura *et al.* (2015) reportan que la producción de biomasa de maralfalfa se correlaciona de manera positiva con el incremento en la edad del rebrote; sin embargo, el contenido de proteína cruda y cenizas disminuyen con ésta, lo cual afecta su valor nutritivo. De acuerdo a Beltrán *et al.* (2005) es importante comprender el efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación en el rendimiento, composición botánica y persistencia de las pasturas en aras de lograr una producción pecuaria eficiente. En este sentido, las plantas forrajeras deben contar con mecanismos de adaptación para sobrevivir al efecto de cosechas frecuentes y severas. Con base en lo anterior, se decidió estudiar el pasto maralfalfa con el propósito de determinar los parámetros de degradación del forraje cosechado a cuatro edades de rebrote en el Valle del Guadiana, Durango, México.

Materiales y Métodos

El área de estudio se encuentra en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Juárez del Estado de Durango, ubicada a los 23.95283° N y 104.57503° W, a una altitud de 1875 m. El clima predominante en la región es del tipo seco semiárido con régimen de lluvias en verano [BS₁kw (w) (e)], con valores anuales promedio de temperatura de 16°C y precipitación promedio anual de 500 mm (García, 1984; Medina *et al.*, 2005). El cultivo de maralfalfa fue establecido con material vegetativo, en surcos separados a 0.8 m, en el verano de 2015. Durante el invierno, el cultivo se mantuvo en condiciones de latencia, y a partir de febrero se iniciaron los riegos cada 14-15 días. Durante el ciclo del cultivo se fertilizó en dos ocasiones con una dosis de 60 kg de N ha⁻¹. El corte de homogenización se realizó el 16 de marzo y las evaluaciones fueron realizadas a los 60, 90, 120 y 150 días después de dicho corte. Se establecieron 18 sitios de muestreo para cada fecha de corte, en transectos de 1 m. Las plantas se cortaron a una altura media de 5 cm del suelo, mediante el uso de rozaderas metálicas. El tipo de muestreo

utilizado fue aleatorio simple. El material cosechado se pesó utilizando una báscula digital para estimar el rendimiento de forraje verde. De las 18 muestras obtenidas para la estimación del rendimiento de materia verde se tomaron 6 submuestras, las cuales se picaron para ser secadas hasta peso constante en una estufa de aire forzado a 55 °C. El material seco obtenido se trituro a un tamaño de partícula de 1 mm en un molino Willey, para realizarle los análisis de laboratorio, y a 2 mm para realizar la prueba de degradabilidad *in situ*.

Para la determinación de degradabilidad se empleó la técnica de la bolsa de nylon descrita por Orskov *et al.* (1980). Se utilizaron dos novillos de la raza Beef Master, de un peso promedio de 870 kg, provistos con cánula ruminal, y fueron alimentados con ensilado de maralfalfa (20%), ensilado de maíz (20%), heno de alfalfa (40%) y grano de maíz molido (20%). La dieta fue balanceada para satisfacer requerimientos energéticos y proteicos. Los novillos fueron alimentados dos veces al día y se les ofreció agua y un suplemento mineral a libre acceso, durante el periodo de adaptación (15 días) y durante el tiempo que duró la prueba. Las bolsas de nylon (10 cm x 20 cm; porosidad de 50 µm) fueron introducidas en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 24 h. Dentro de cada bolsa se colocaron 10 g de forraje de maralfalfa seco y en cada animal se introdujeron bolsas con forraje, por duplicado, para cada tiempo de incubación (0, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 48, 72 y 96 h.). Las muestras fueron introducidas en el rumen a diferentes horarios, de tal manera que fueran extraídas al mismo tiempo. Las bolsas del tiempo cero fueron introducidas en el rumen durante un minuto. Después de la extracción, las bolsas se lavaron con agua limpia, de forma manual, hasta que el agua salió clara. Enseguida, fueron introducidas en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 120 h y el residuo se pesó para estimar la fracción de materia seca degradada. Los datos obtenidos a partir del residuo se ajustaron a un modelo no lineal (Orskov *et al.*, 1980) asumiendo que la curva de degradación queda descrita de la forma siguiente: $DEG = a + b(1 - e^{-ct})$ Donde:

DEG: Degradación ruminal al tiempo t. a: Fracción soluble degradada al tiempo 0 b: Fracción insoluble, pero potencialmente degradable al tiempo "t" e: Base del logaritmo natural (2.71828) c: Tasa constante de degradación de la fracción "b". t: Tiempo de incubación

Para la determinación de la degradabilidad efectiva se empleó la siguiente expresión: c

$$DE = a + b \left(\frac{c}{c + kp} \right)$$

Donde:

kp: tasa de pasaje ruminal, la cual se estimó con la fórmula $kp = (0.07 * DIVMS) - 0.20$, de acuerdo a Klopfenstein *et al.* (2001).

Para determinar la degradabilidad potencial (DP) se utilizó la expresión: $DP = a + b$

Los datos de la prueba de degradabilidad ruminal se analizaron mediante un análisis de regresión no lineal, utilizando el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS, versión 9.1. Los parámetros obtenidos del análisis de regresión no lineal fueron comparados de acuerdo a cuatro tratamientos correspondientes a igual número de edades de rebrote: 60, 90, 120 y 150 días y fueron analizados bajo un diseño experimental completamente al azar, para lo cual se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS versión 9.1 (SAS, 2003).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se muestran los valores obtenidos para los parámetros que integran el modelo no lineal que describe la degradación ruminal de la materia seca (Orskov *et al.*, 1980). La fracción soluble mostró el mayor valor (0.32) a los 60 días de edad de rebrote, resultando diferente ($P < 0.05$) a las otras edades de corte. La fracción insoluble, pero potencialmente degradable, no mostró diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos. La tasa constante de degradación (c) varió de 0.037 a 0.048, pero tampoco resultó diferente entre tratamientos ($P > 0.05$). La degradabilidad potencial (DP) a los 60 días (0.83) resultó superior ($P < 0.05$) a los otros tratamientos. Similarmente, la degradabilidad efectiva (DE) del forraje cosechado a los 60 días de edad, superó ($P < 0.05$) a las otras tres edades de rebrote. En una prueba de degradación ruminal realizada por Correa (2006) con pasto maralfalfa a dos edades de rebrote (50 y 105 días) se obtuvieron los siguientes resultados a los 50 días: fracción soluble (a) 0.33, fracción degradable (b) 0.57 %; tasa de degradación (c) 0.054 h^{-1} . Para los 105 días los resultados fueron: fracción soluble (a) 0.23, fracción degradable (b) 0.52, tasa de degradación (c) 0.050 h^{-1} . Aunque en el presente estudio no se compararon las mismas edades de rebrote respecto al estudio desarrollado por Correa, los valores de los parámetros presentan una tendencia similar a disminuir con el incremento de la edad del rebrote. Por su parte, Chacón y Vargas (2009) en un estudio con pasto King grass (*Pennisetum purpureum*) reportan para la fracción soluble (a) valores de 0.26, 0.24 y 0.25 a las edades del rebrote de 60, 75 y 90 días, respectivamente. De igual manera, reportan valores de 0.63, 0.64 y 0.47, para la fracción degradable (b) mientras que para la tasa de degradación (c), los valores fueron de 0.049, 0.037 y 0.038. Valenciaga *et al.* (2001) reportan valores de 0.19 para la fracción soluble (a), 0.48 para la fracción degradable (b), 0.67 para la degradabilidad potencial (DP) y 0.085 para la tasa de degradación (c) para una edad de rebrote de 65 días. Los resultados de las fracciones a, b y DP son menores a los presentados en el cuadro 1 para una edad del rebrote de 60 días. Sin embargo, el valor de la tasa de degradación (c) es mayor. La variación en los porcentajes de los parámetros obtenidos en los estudios anteriores con los reportados en el presente estudio se pueden atribuir a la diferencia de aspectos como: los estudios se efectuaron en diferentes zonas agroclimáticas, las condiciones particulares de manejo del cultivo son distintas, no se evaluaron las mismas edades de rebrote, así como a la raza y alimentación de los animales utilizados en cada estudio.

Cuadro 1. Parámetros de degradación ruminal *in situ* de la materia seca de forraje de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cosechado a cuatro edades de rebrote

Parámetro	Edad del rebrote (días)				Media	EEM
	60	90	120	150		
A (g/g)	0.32 ^a	0.26 ^b	0.25 ^b	0.25 ^b	0.27	0.013
B (g/g)	0.51 ^a	0.51 ^a	0.49 ^a	0.46 ^a	0.49	0.020
DE (g/g)	0.56 ^a	0.48 ^b	0.45 ^b	0.45 ^b	0.49	0.01
DP (g/g)	0.83 ^a	0.77 ^b	0.73 ^c	0.72 ^c	0.76	0.01
c (g/g h ⁻¹)	0.048 ^a	0.041 ^a	0.037 ^a	0.040 ^a	0.042	0.005

^{abcd} Valores con diferente letra en la misma línea son significativamente diferentes (Tukey, $p < 0.05$). A=fracción soluble; B=fracción degradada en el tiempo t ; DE= $A+B*(c/c+kp)$; DP= (A+B); c = tasa constante de degradación.

En el presente estudio, además de la fuente de forraje (ensilado de maíz, ensilado de maralfalfa y heno de alfalfa) se incluyó en la dieta un concentrado (grano de maíz molido) para la alimentación de los novillos. Con base en lo anterior, se ha observado que la tasa de degradación (c) de algunos alimentos es más lenta cuando los animales se alimentan con raciones que incluyen concentrado que cuando reciben raciones que únicamente contienen forrajes (Giraldez *et al.*, 1994; Fahey *et al.*, 1995).

Conclusiones

En general, los parámetros de degradación ruminal del forraje de maralfalfa con edad de rebrote de 60 días, resultaron superiores a los del forraje obtenido en los cortes de 90, 120, y 150 días de edad, lo cual representa mejor calidad del forraje, para el primero, en términos de degradabilidad *in situ*.

Literatura Citada

- Beltrán, S., A. Hernández., E. García., J. Pérez., J. Kohashi, J. G. Herrera., A. R. Quero y S. S. González. 2005. Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en un invernadero. *Agrociencia* 39(2):137-147.
- Chacón, H.P.A. y C.F. Vargas R. 2009. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. king grass a tres edades de rebrote. *Agron. Mesoam.* 20(2):399-408.
- Clavero, T. y R. Razz. 2009. Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 26:78-87.
- Correa, C.H.J. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development* 18(6). En línea. Disponible en: <http://www.Irrd.org/Irrd18/6/corr18084.htm>. Fecha de consulta: 11 de agosto de 2017.
- Fahey, Jr. G.C., M. Collins., D.R. Mertens, and C.E. Moser. 1995. Forage Quality Evaluation and Utilization. United States of America. pp 656-663.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5a. ed. México: UNAM. 90p.
- Giraldez, F.J., A.R. Mantecon., M.A. Chaso y T. Manso. 1994. Efecto del tipo de Dieta y de la Frecuencia de Alimentación Sobre la Actividad Degradativa Ruminal. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim.* 9(3):246-259.
- Gutiérrez L. R., Rodríguez T. D., Martínez T. G., Aguirre C. C. y Sánchez G.R.A. 2012. Bancos de proteína para rumiantes en el semiárido mexicano. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Zacatecas, Zac. Folleto Técnico Núm. 47, 32p.
- Jiménez R., Núñez O.G., González F.J. y Serna O. 2013. Esquemas de crecimiento y desarrollo de bovinos productores de carne en Durango. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo. Folleto para productores Núm. 26, 26 p.
- Klopfenstein, T. J., R. Mass., K. Creighton, and T. Patterson. 2001. Estimating forage protein degradation in the rumen. *J. Anim. Sci.* 79(Suppl.1):208-217.
- Medina G.G., Díaz P.G., López H.J., Ruíz C.J.A. y Marín S.M. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961-2003). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Valle del Guadiana. Libro Técnico No. 1. 224 p.
- Orskov, E.R., F.D. DeB Hovell., and F. Mould. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.* 5(3):195-213.
- Pérez, J.A., E. García., J. F. Enríquez., A. R. Quero., J. Pérez y A. Hernández. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido, cv.). *Tec. Pecu. Mex.* 42 (3):447-458.
- Pérez, A., Quero, A., Escalante, J., Rodríguez, M.T., Garduño, S. y Miranda, L. 2015. Fenología y análisis de crecimiento en cultivares de sorgo forrajero en el Altiplano Central de México. VI Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Durango, Dgo., México. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. pp. 206-210.



- Statistical Analysis System (SAS). 2003. SAS User's Guide (Release 9.1). SAS Inst, Inc., Cary, NC. U. S. A.
- Valenciaga, D., B. Chongo y O. La O. 2001. Caracterización del clon Pennisetum Cuba CT-115. Composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 35(4):349-354.
- Ventura J., Honorato J. A., Barrera I., Hernández A., Quero A. R., Calzada J. M. y Enríquez J.F. 2015. Rendimiento de biomasa y valor nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum glaucum x pennisetum purpureum*), a tres frecuencias de corte. VI Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Durango, Dgo., México. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. pp. 348-352.

CRECIMIENTO AL ESTABLECIMIENTO, DE GRAMÍNEAS NATIVAS DE ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO

SEEDLING GROWTH TO STABLISHMENT FOR NATIVE TO ARID MEXICO GRASSES

María de Jesús Carrillo Llanos¹, Adrián R. Quero Carrillo¹, José A. S. Escalante Estrada¹, Alfonso Hernández Garay¹, Leonor Miranda Jiménez¹

¹ Colegio de postgraduados, Campus Montecillo.

Resumen

El objetivo fue comparar el desarrollo, al establecimiento, de tres gramíneas nativas: *Bouteloua curtipendula*; *Bouteloua erecta*, Sin. *Cathestecum erectum*; *Muhlenbergia phleoides* Sin. *Lycurus phleoides* y *Pennisetum ciliare*, como testigo. El trabajo se realizó en invernadero, utilizando almácigos para germinación. Se limpiaron manualmente espiguillas para obtener las cariósides de cada especie, mismos que se seleccionaron, por estereoscopia, para eliminar aquellos dañados. Se midió tamaño y forma de cariósida y, aunado a peso, se establecieron dos tamaños de cariósida (chico, grande); como sustrato, se utilizó mezcla de suelo, tepecil y corteza molida de árbol (2:1:1). Se sembró a capacidad de campo; 21 días después de la siembra (dds), se trasplantó individualmente a tubetes de 70 cm³ conteniendo peat moss, se evaluaron cinco muestreos destructivos a 43, 56, 67, 81 y 96 dds. Se evaluó biomasa de hoja, raíz y tallo. Se utilizaron dos tubetes para cada repetición por tamaño de cariósida y especie. La información se analizó mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento y comparación de medias. El Zacate Chino y Buffel resultaron con mayor rendimiento de materia seca ($P < 0.05$), por lo que corresponde a materia seca tomando en consideración tamaño de cariósida el peso de materia seca fue mayor en cariósida grande. La utilización de cariósida de mayor tamaño resulta en mayor crecimiento de plántula, lo que puede apoyar al éxito del establecimiento en condiciones desafiantes de zonas áridas. El Zacate Chino tiene capacidad competitiva comparable a Buffel, durante el periodo evaluado: siembra-establecimiento.

Palabras clave: crecimiento de plántulas, tamaño de cariósida, pastos nativos

Introducción

Ibarra *et al.* (2005) reportan la introducción de 159 especies de gramíneas a México, principalmente desde África, para los trópicos y zonas áridas y estos pastos exóticos superan a especies nativas en producción de forraje y capacidad invasiva, por lo que su introducción es una estrategia para incrementar el rendimiento de materia seca en los pastizales. Pastos forrajeros nativos y excelentes se distribuyen en zonas semiáridas de los pastizales del norte de México, esta zona es diversa y rica con especies que pueden competir o superar en calidad a pastos introducidos: Gigante

Leptochloa dubia (Kunth) Nees. Navajita *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud., Banderita *B. curtipendula* (Michx.) Torr., Tempranero *Setaria macrostachya* (Kunth) Nees., Punta Blanca *Digitada californica* (Benth.) Henrard, entre otros (Quero *et al.*, 2010). En la actualidad, el interés por utilizar pastos forrajeros nativos es creciente, debido básicamente a la adaptación edafoclimática a su región de origen y para alterar menos los ecosistemas con introducción de plantas exóticas. La siembra de pastos requiere normalmente de preparación de una cama adecuada para el establecimiento de plantas, semilla de buena calidad, siembra y manejo posterior adecuado para asegurar su establecimiento (Martin, 2016). El crecimiento de plantas está definido como “incremento irreversible en tamaño y peso de tejido a través del tiempo” (Hernández, 2013) y es importante cuantificarlo para seleccionar materiales sobresalientes y etapas críticas de desarrollo; lo anterior, puede resultar en mayores ventajas para el establecimiento en campo de plántulas ante ambiente fisiográfico (temperatura, humedad, radiación, etc.) y biológico (maleza, depredadores) desafiante.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó bajo condiciones de invernadero en el *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados, en Texcoco, Edo. de México. Se compararon de la siembra al establecimiento, tres especies de gramíneas (Poaceae) nativas: Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.; Zacate Chino *Bouteloua erecta* (Vasey & Hack.) Columbus, Sin. *Cathestecum erectum*; Lobero *Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus Sin. *Lycurus phleoides* y pasto Buffel *Pennisetum ciliare* (L.) Link., este último como testigo. Mediante fricción física, de forma manual, se limpiaron espiguillas de cada especie, eliminando brácteas accesorias: ramillas modificadas, glumas, lemas, palea. Una vez limpios, los carióspsides se pesaron en laboratorio. Se tomó el peso de 100 carióspsides por especie y se definió el tamaño y forma del mismo (Fig. 1). Banderita y Buffel coincidieron en tamaño de tamiz utilizado, *B. erecta* requirió un tamaño menor y Lobero uno de diámetro más pequeño, para separar entre carióspside grande y pequeña. Se realizó la siembra el día 31 de mayo de 2017, se sembraron cuatro tratamientos, tres especies nativas y un testigo, en almácigos (separados en carióspside chica y grande) utilizando como sustrato, a capacidad de campo y previamente esterilizado, compuesto de suelo, tepecil y corteza molida de árbol, en proporción de 2:1:1. Los carióspsides se inocularon con inoculante comercial de *Trichoderma* spp., con el fin de promover su mejor germinación. La germinación ocurrió el día 3 de Junio, cuatro días después de la siembra (dds), para Banderita, Lobero (4dds), (5 dds) para Zacate chino y Buffel. El día 21 de Junio (21 dds) se realizó el transplante a tubetes de 70 cm³, utilizando como sustrato peat moss y 41 dds se inició con muestreos destructivos, estos se realizaron aproximadamente, cada 10 días por cinco ocasiones, utilizando dos tubetes por especie y por tamaño de carióspside, hasta el periodo considerado de establecimiento, 90 dds. En cada muestreo, se midió área foliar en laboratorio, utilizando Integrador de Área Foliar LICOR y se realizó la cuantificación del rendimiento de materia seca, particionado en sus componentes: hoja, tallo, raíz, total; los cuales, se pusieron en sobres identificados y se secaron en estufa de flujo de aire a 55 °C durante dos días, para determinar materia seca. Los datos obtenidos, fueron analizados mediante un análisis de varianza en un arreglo completamente al azar y pruebas de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) con el programa estadístico del paquete para análisis estadístico InfoStat (InfoStat, 2008).

Resultados y Discusión

La materia seca de hoja, no mostró diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre especies nativas y la introducida; para materia seca de tallo y raíz, se observaron diferencias estadísticas en las cuatro especies ($P < 0.05$; Cuadro 1). Buffel y Zacate chino presentaron mayor materia seca de raíz sin diferencia entre estas especies (0.12 y 0.1 g). Banderita mostró el menor desarrollo radical y la mitad de materia seca de raíz, respecto a Lobero; sin embargo, ambos poseen bajo desarrollo radical. Pasto Banderita mostró la mayor eficiencia de raíz para producir materia seca de la parte aérea; lo anterior, debido a que por cada unidad (g) de materia seca de raíz se produjeron 2 unidades (g) de MS de la parte aérea; a este respecto, Lobero y Buffel presentaron las menores eficiencias de producción de masa aérea por unidad de raíz, con 1.12 y 1.125 unidades de parte aérea por unidad de raíz, siendo estas dos especies superadas por Zacate chino con 1.4 unidades de parte aérea por unidad de raíz (Cuadro 1).

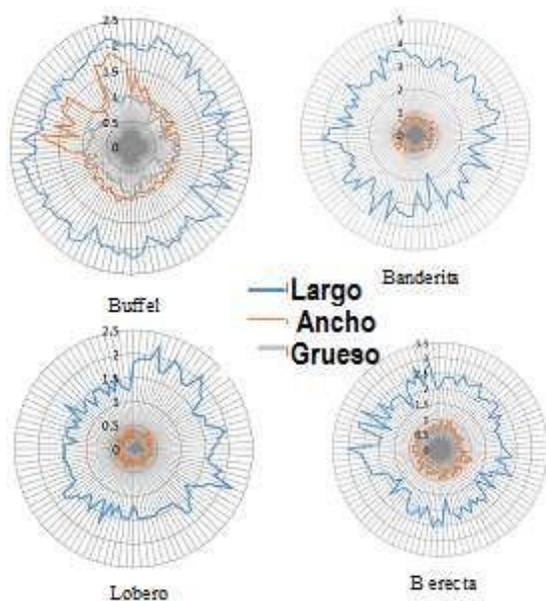


Fig. 1. Morfología de cariósides de tres especies nativas y una introducida. Dibujo no a escala. Buffel presenta cariósides redondeados, manifiesto por la similitud de dimensiones entre ancho y grueso: semilla oblonga (redondeada). Banderita, Lobero y Zacate Chino, muestran cariósides alargados con amplitud entre las dimensiones de largo respecto a ancho y grueso. La mayor dimensión de Buffel no llega a 2.5 mm; mientras que en Banderita es de 4.1 mm. Lobero no alcanza más de 2.3 mm en su máxima dimensión y posee semilla pequeña y alargada. El zacate Chino alcanza hasta 3.1 mm en su máxima dimensión y posee, similarmente semilla alargada más gruesa que Lobero y similar en grosor a Banderita.

Valores de 100 cariósides elegidos al azar a partir de espiguillas.

Cuadro 1. Suma de muestreos (96 dds) de peso de Materia seca (g) de hoja, tallo, raíz de tres especies de gramíneas nativa y una introducida.

	Materia seca	Materia seca	Materia seca	Razón raíz:
Chino				0.714
Buffel				
Banderita				
Lobero				
significancia	*	***	***	
CV(%)	42.5	69.5	40.8	
Especie hoja (g)	Tallo (g)	Raíz (g)	parte aérea	
	0.08 A	0.06 AB	0.1 AB	
	0.07 AB	0.08 A	0.12 A	0.800

0.06 AB	0.02 C	0.04 C	0.500
0.05 B	0.04 BC	0.08 B	0.889

Medias con distinta literal entre columna son diferentes estadísticamente Tukey ($\alpha = 0.05$), CV: Coeficiente de variación, Significancia: * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$.

López Castañeda (1996), reporta que mayor TC y embrión resulta en mayor desarrollo de área foliar desde la emergencia y es esencial para un buen establecimiento y llenado de grano. Se observó (Cuadro 2), en las cuatro especies, que con carióspside grande se tuvieron efectos estadísticos significativos para materia seca de hoja, tallo, raíz (g), la materia seca de tallo en carióspside grande (0.07g) tiene un valor superior a aquel que corresponde a carióspside chico (dos tantos; 0.03g), la materia seca de raíz en carióspside grande (0.11g) presenta mayor cantidad comparada con aquella encontrada en carióspside chico (0,06g; Fig. 2). Las plántulas tratan de compensar el crecimiento proporcional (asignación de recursos) al desarrollo de cada componente de la misma: raíz, hoja, tallo, lo que se ve reflejado en una proporción cercana en la relación raíz: parte aérea *i.e.*, no sacrifica el desarrollo de una u otra parte de la planta para compensar por un tamaño menor de carióspside. La raíz y la parte aérea conservan su proporcionalidad. El desarrollo de pasto Banderita es conservador y con mayor eficiencia respecto a la relación raíz: parte aérea. Las dimensiones en tamaño y forma de carióspsides, tienen comportamiento similar, con excepción de lobero, este tiene un menor tamaño en largo, ancho, grueso y peso.

Cuadro 2. Peso de Materia seca (g) de hoja, tallo, raíz, con base a tamaño de carióspside de tres especies de gramíneas nativa y una introducida.

Tamaño de Carióspside	Materia seca hoja (g)	Materia seca tallo (g)	Materia seca raíz (g)	Razón raíz: parte aérea
Grande	0.08 A	0.07 A	0.11 A	0.733
Chico	0.03 B	0.06 B	0.06 B	0.667
significancia				
CV(%)	***	***	***	

Medias con distinta literal entre columnas son diferentes estadísticamente Tukey ($\alpha = 0.05$), CV: Coeficiente de variación, Significancia: NS = No significativa, * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$.

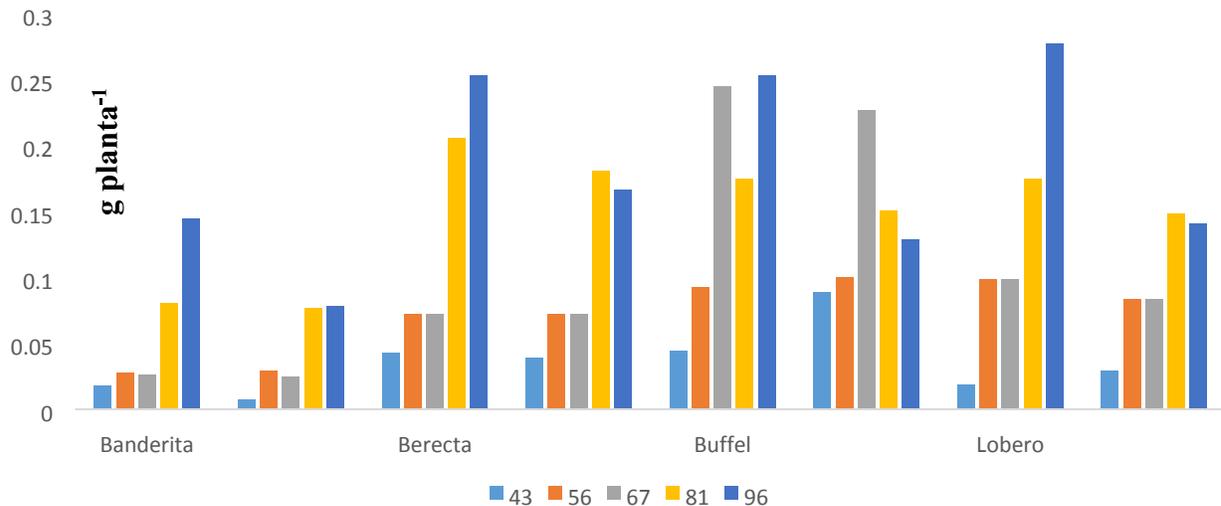


Figura 2. Producción de materia seca total por corte a diferente edad del rebrote, para cada especie y tamaño de cariósido: Grande y Chico, respectivamente, en cuatro especies de gramíneas.

Desde el primer muestreo, Buffel mostró mayor acumulación de peso total de planta. Gómez *et al.* (2007), indican que la producción total de biomasa de especies introducidas fue nueve magnitudes mayores a aquella de nativas; sin embargo, para el muestreo del dds 56, Lobero sobresalió; para los siguientes muestreos, a 67 y 81 dds, Buffel siguió mostrando mayor peso de materia seca, para el día 96 dds Lobero obtuvo mayor cantidad de materia seca (Fig. 2). Hernández (2013) indica que en Rhodes no existe diferencia en el desarrollo utilizando cariósido grande o chico, dado que el cariósido chico es tan o más vigoroso en la producción de materia seca respecto al grande, no así en otras especies como navajita y banderita y este efecto desaparece a 80 días de la siembra en Buffel. En este trabajo todas las especies mejoran la producción de materia seca cuando se utiliza cariósido grande y hasta el periodo evaluado, no se eliminó el efecto del tamaño de cariósido en la producción de materia seca.

Conclusiones

Banderita mostró mayor eficiencia radical, dado que produjo mayor cantidad de materia seca por unidad de materia seca de raíz. La selección de cariósido de mayor peso resulta en plántulas con mayor desarrollo de raíz y de la parte aérea y este efecto no desaparece en el desarrollo de plántulas durante el periodo evaluado. Lobero produjo mayor MS total respecto a Buffel a 96 dds. Banderita posee crecimiento más lento y asigna recursos para una raíz de mayor eficiencia en la producción de MS. Existe oportunidad para lograr plántulas de mayor capacidad competitiva al establecimiento ante ambientes de siembra desafiantes.

Literatura Citada

- Dávila, P. T. S. Mejía M., S. Gómez M., J. Valdés R., J. Ortiz J., C. Morín, J. Castrejón y A. Ocampo. 2006. Catálogo de Gramíneas de México. UNAM-CONABIO. México. 671 p.
- Gómez, de la F. E. H. Díaz S., A. Saldívar F., F. Briones E., V. Vargas T. y W. E Grant. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.; Sin. *Cenchrus ciliaris*)] en Tamaulipas. México. Téc. Pec. Méx. 45: 1-17.

- Hernández G.F.J. 2013. Tesis. Doctorado. Estrategia para Establecer Pastos en Temporal en Zonas Semiáridas en México. Colegio de Postgraduados. 96 p.
- Ibarra. F. F., M. H. R. Martin, S. M. Moreno. F. G. B. Denogean. B. L. E Gerlach. 2005. El zacate Buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos en la zona serrana de Sonora. Rev. Mex. Agro. 9: 521-529.
- Lopez-Castañeda, C, R.A.Richards, G.D. Farquar, and R.E.Williamson. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor among temperature cereals. Crop Science. 36: 1257-1266
- Martin R.H.M. 2016. Impacto económico asociado con la cosecha de semilla de zamota y mezquite en la region central de sonora, México. Revista Mexicana de Agronegocios séptima Época. Año XX Volumen 38.
- Quero. C. A. R., A. Hernández G., L. Miranda J., J. Pérez P. y M. Sánchez H. 2010. Recursos genéticos para el pastoreo extensivo. In: Memoria del I Congreso Internacional de Manejo de Pastizales y II Simposio Internacional de Forrajes Tropicales. Chiapas. México, pp: 94-98.
- Ramirez-Serrano. C. 2010. Vil Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. México. CIR-Noroeste - INIFAP. Conferencia Magistral, pp: 11-13.

TASA FOTOSINTÉTICA Y EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA DE TRES ARBUSTOS AL NORESTE DEL ESTADO DE DURANGO PHOTOSYNTHETIC RATE AND WATER USE EFFICIENCY OF THREE SHRUBS IN NORTHEASTERN DURANGO

Edmundo Castellanos¹, Ana I. Maraña¹, Ulises N. Gutiérrez¹, Amaury Esquivel¹, J. Santos Serrato¹, Guillermo Córdova¹

¹Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango.

Resumen

Debido a la importancia de la gobernadora (*Larrea tridentata*) y el hojásén (*Flourensia cernua*) en los matorrales áridos, su actividad fotosintética y el uso eficiente del agua fueron medidos así como en el arbusto forrajero *Calliandra eriophylla*. El trabajo se realizó en un matorral subinerme de Cuencamé, Durango, el 27 de Julio, el 01 y 02 de Agosto y el 22 de Septiembre de 2017. Las mediciones fueron a diferentes horas del día en cinco plantas de cada arbusto con un medidor de fotosíntesis CI-340 Cid, Inc. *Calliandra eriophylla* presentó una mayor tasa fotosintética de $35.87 \pm 8.79 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ el 02 de Agosto a las 12 h. La gobernadora la mayor eficiencia en el uso del agua de $17.9 \pm 11.17 \mu\text{mol de CO}_2 / \text{mmol de H}_2\text{O}$. La gobernadora presentó fotoinhibición el 02 de Agosto. La actividad fotosintética fue diferente entre los arbustos así como entre las diferentes horas del día.

Palabras clave: Fotosíntesis, *Larrea*, *Flourensia*, *Calliandra*.

Introducción

En el desierto Chihuahuense existen arbustos que no son ramoneados por el ganado doméstico a pesar que no tienen espinas ya que no son palatables, tal es el caso de la gobernadora (*Larrea*

tridentata (DC) Cov.) y el hojasén (*Flourensia cernua*), sin embargo es importante conocer su respuesta ecofisiológica a los factores externos para conocer mejor los ecosistemas de donde forman parte. Otros arbustos que son ramoneados por el ganado como el caso de *Calliandra eriophylla* deben soportar las condiciones estresantes de las condiciones áridas aunado a la defoliación por el ganado doméstico y la fauna silvestre. Esta planta es localizada en zonas semiáridas como en bosque de pino (Enríquez et al. 2003).

La gobernadora es un arbusto dominante perenne siempre-verde de los desiertos de Norte América (Runyon 1934, Reynolds 1986). Esta planta es una estrategia en la tolerancia al estrés con distintos patrones de crecimiento que varían con la profundidad del suelo. La longevidad de sus hojas en el Desierto Chihuahuense es de uno a dos años y la planta es tolerante a temperaturas extremas y disecación, con aclimatación de fotosíntesis y respiración muy desarrollada a cambio estacional en temperatura (Reynolds 1986). Este arbusto es metabólicamente activo a través de todo el año (Oechel et al. 1972, Bamberg et al. 1975). Estudios ecofisiológicos en este arbusto son aún necesarios para tratar de explicar la variación en su crecimiento para entender la importancia relativa de factores abióticos en su productividad (Reynolds 1986) debido a que la carencia de agua en los ecosistemas ha sido la fuerza selectiva mayor en la evolución de las plantas, y es posible aprender sobre la estrategia de la planta para enfrentar con mínimas cantidades de agua a sus procesos ecofisiológicos (Freitas 1997). La gobernadora es una planta oportunística debido a que incrementa su actividad fotosintética al ocurrir una cantidad alta de precipitación pluvial (Castellanos-Pérez et al. 2008).

El hojasén es uno de los arbustos más abundantes y nativo del desierto Chihuahuense pero no es palatable, por lo que estos arbustos no forman parte de la dieta de muchos animales herbívoros, consecuentemente, tiene ventaja en la competencia con plantas herbáceas (Estell et al. 1994). Sin embargo Estell et al. (2016) reportaron que en períodos cortos con pastoreo de alta intensidad en potreros de una mezcla de especies el hojasén fue defoliado severamente por ovejas y cabras principalmente lo que permitió que la concentración alta de proteína cruda y otros nutrientes sean usados.

El objetivo de este estudio fue observar la fotosíntesis neta y la relación de $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de CO_2 fijados por $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de H_2O transpirada en la gobernadora, el hojasén y en *Calliandra eriophylla* a diferentes horas del día.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en un bajío de la Sierra de Yerbaníz en el Municipio de Cuencamé, Durango, en un sitio de matorral subinermé localizado en 24.9258° LN y 103.9402° LO. La vegetación dominante del sitio es *Acacia neovernicosa*, *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua*. La textura del suelo es franco-arcillosa.

Los muestreos fueron en 2017 el 27 de Julio, 01 y 02 de Agosto y el 22 de Septiembre. Cada día de muestreo se localizaron aleatoriamente cinco plantas de gobernadora, cinco plantas de hojasén y cinco plantas de *Calliandra eriophylla*. En cada uno de los arbustos se marcó una rama con hojas en la cual se leyeron las lecturas con el medidor de fotosíntesis CI-340 Cid, Inc. Después del último muestreo de cada día, las hojas fueron cortadas y llevadas en hielo al laboratorio para medir el área foliar con un medidor de área LI-COR LI-3100. Se descargó la información en excel desde el sistema de fotosíntesis CI-340 y se anotó el área foliar de las hojas de los arbustos que fueron



usadas para el registro de intercambio de gases en el campo para obtener la tasa fotosíntesis neta, la transpiración, y el uso eficiente del agua.

Resultados y Discusión

La gobernadora presentó la mayor tasa fotosintética el 02 de Agosto a las 10 h y la menor tasa el 01 de Agosto a las 18 h. La mayor eficiencia en el uso del agua el 22 de Septiembre a las 15 h y la menor eficiencia el 01 de Agosto a las 18 h (Cuadro 1). El hojaseén registró la mayor tasa fotosintética el 02 de Agosto a las 12 h, y la menor tasa el 22 de Septiembre a las 15 h. La mayor eficiencia en el uso del agua en el hojaseén fue el 27 de Julio a las 14 h y la menor el 02 de Agosto a las 15 h (Cuadro 2). *Calliandra eriophylla* fue el arbusto que registró mayor tasa fotosintética de los tres arbustos, lo cual fue el 02 de Agosto, ya que el 22 de Septiembre bajó su actividad fijadora de CO₂. La mayor eficiencia de este arbusto fue el 02 de Agosto a las 10 h y la menor ese mismo día a las 15 h.

Cuadro 1. Fotosíntesis neta y eficiencia del uso del agua de la gobernadora en el noreste de Durango.



Fecha	Hora	Fotosíntesis	Eficiencia		n
		neta (Fn) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	E.E. ¹	Fn/Tr^2 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$	
27/07/2017	13 h	13.64	1.45	5.65	5
27/07/2017	14 h	12.95	2.75	14.82	6
01/08/2017	18 h	7.88	2.44	1.7	10
01/08/2017	19 h	10.11	1.47	3.44	10
02/08/2017	10 h	22.14	2.4	5.76	10
02/08/2017	12 h	16.59	2.05	8.51	10
02/08/2017	15 h	13.38	2.6	2.95	10
22/09/2017	12 h	9.52	2.45	10.42	10
22/09/2017	15 h	11.24	6.93	17.9	10

Error estándar, ²Transpiración.

Cuadro 2. Fotosíntesis neta y eficiencia de uso del agua de las hojas en el noreste de Durango.

Fecha	Hora	Fotosíntesis	Eficiencia		n
		neta (Fn) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	E.E. ¹	Fn/Tr^2 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$	
27/07/2017	13 h	14.32	3.29	6.56	5
27/07/2017	14 h	13.49	4.76	11.37	8
01/08/2017	18 h	12.07	2.14	3.08	10
01/08/2017	19 h	9.04	1.39	2.37	10
02/08/2017	10 h	8.22	0.68	3.47	10
02/08/2017	12 h	17.49	1.55	4.33	10
02/08/2017	15 h	9.77	0.78	1.96	10
22/09/2017	12 h	5.94	0.76	1.98	10
22/09/2017	15 h	2.68	0.54	-	9

¹ Error estándar, ²Transpiración.

La gobernadora fue la única planta que presentó fotoinhibición de acuerdo al muestreo del 02 de Agosto (Aro et al. 1993), aunque el uso eficiente del agua en esa fecha no fue mayor a las 15 h. Los tres arbustos bajaron su actividad fotosintética el 22 de Septiembre debido a la escasez de lluvia.

Conclusiones

La actividad fotosintética fue diferente entre los arbustos así como entre las horas del día. En la última fecha de muestreo los tres arbustos bajaron su tasa fotosintética.

Literatura citada

- Aro E.M., I. Virgin, and B. Anderson. 1993. Photoinhibition of photosystem II. Inactivation, protein damage and turnover. *Biochimica et Biophysica Acta* 1143: 113-134.
- Bamberg, S.A., G.E. Kleinkopf, A. Wallace, and A. Vollmer. 1975. Comparative photosynthetic production of Mojave desert shrubs. *Ecology*. 56:732-736.
- Castellanos-Pérez E., A.G. de Soyza, G.B. Donart. 2008. Photosynthesis and water use efficiency of the association between *Larrea tridentata* (DC) Cov. and *Muhlenbergia porteri* Scribn. *Phyton* 77: 297-320.
- Enríquez Enríquez, E. David, Koch, Stephen D., González Elizondo, M. Socorro. 2003. Flora y vegetación de la sierra de órganos, municipio de sombrero, Zacatecas, México. *Acta Botánica Mexicana*. [Fecha de consulta: 8 de julio de 2017] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57406406>>
- Estell, R. E., E. L. Fredrickson, D. M. Anderson, W. F. Mueller, and M. D. Emmenga. 1994. Relationship of tarbush leaf surface secondary chemistry to livestock herbivory. *Journal of Range Management*. 47:424-428.
- Estell R.E., D.M. Anderson, D.K. James. 2016. Defoliation of *Flourensia cernua* (tarbush) with high-density mixed species stocking. *Journal of Arid Environments* 130: 62-67.
- Freitas, M.O. 1997. Drought, p. 129-149. In: M.N.V. Prasad (ed.). *Plant Ecophysiology*. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Oechel, W.C., B.R. Strain, and W.R. Odening. 1972. Tissue water potential, photosynthesis, ¹⁴C-labeled photosynthate utilization, and growth in the desert shrub *Larrea divaricata* Cav. *Ecological Monographs* 42:127-141.
- Reynolds, J.F. 1986. Adaptive strategies of desert shrubs with special reference to the creosotebush (*Larrea tridentata* [DC] Cov.), p. 19-49. In: W.G. Whitford (ed). *Pattern and Process in Desert Ecosystems*. University of New Mexico Press.
- Runyon, E.H. 1934. The organization of the creosotebush with respect to drought. *Ecology* 15:128-138.

COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE PASTOS TROPICALES A DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE EN LA ÉPOCAS DE SECA Y LLUVIAS EN YUCATÁN TROPICAL GRASSES YIELD COMPONENTS AT DIFFERENT FREQUENCIES IN THE TIMES OF DRY AND RAINY SEASON IN YUCATÁN

Javier E. Castillo^{1*}, Rosendo A. Alcaraz¹, Javier F. Enríquez², Víctor R. Can³, Olivier S. Ramos³
y Jorge R. Canul³

¹C.E. Mocochoá-INIFAP, ² Campo Experimental La Posta-INIFAP, ³Instituto Tecnológico de Tizimín. ¹ Campo Experimental Mocochoá Km. 25.5 Antigua Carretera Mérida-Motul, Mocochoá, Yucatán, México. C.P. 97454. Tel: 01800-088-22-22.

*castillo.javier@inifap.gob.mx

¹ Error estándar, ²Transpiración.

Resumen

El objetivo fue evaluar las características productivas de 15 especies forrajeras de crecimiento amacollado a dos frecuencias de corte y dos épocas del año en el oriente de Yucatán. Se evaluaron diez cultivares del género *Panicum* (Tanzania, Aruana, Likoni, Atlas, CIAT 16051, CIAT 16061, Guinea Común, Mombaza, Vencedor y Massai), cuatro del género *Brachiaria*, (Insurgente, Yacaré, MG5 y Mulato II) y uno del género *Paspalum*, (Suerte), a dos frecuencias de corte (35 y 42 días) durante dos épocas del año en 2016 (seca y lluvia). Las parcelas fueron de 8 m², divididas por mitad y área útil de 1.2m². Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas subdivididas. Se midió altura promedio de planta (cm), rendimiento de materia seca por corte y total (kg MS ha⁻¹), % de hoja y cobertura aérea (%). Entre pastos, época y frecuencia de corte, el cultivar CIAT 16061 presentó el mejor comportamiento agronómico con valores de altura (78.4 cm), cobertura aérea (82.0 %), rendimiento de materia seca por corte y total (kg MSha⁻¹), (5, 422 y 16,267), respectivamente. En general la mejor frecuencia de corte para altura, rendimiento por corte y total (kg MSha⁻¹) y cobertura aérea, se reportó a 42 días (57.2, 2,557, 7,712, y 55.1). La mejor época fue para lluvias comparado con la seca, con valores de 63.3, 2,478, 9,913, y 53.5. El cultivar CIAT 16061, presentó las mejores características sobresalientes de adaptación, productividad y persistencia.

Palabras clave: Componente, pastos, tropicales, época, frecuencia, corte.

Abstract

The objective was to assess the productive characteristics of 15 species forage growth amacollado to two frequencies and two times of the year in the East of Yucatan. Evaluated ten cultivars of the genus *Panicum* (Tanzania, Aruana, Likoni, Atlas, CIAT 16051, CIAT 16061, common Guinea, Mombasa, Victor and Massai), four of the genus *Brachiaria* (insurgent, Jacare, MG5 and Mulato II) and one of the genus *Paspalum*, (hopefully), two cutoff frequencies (35 and 42 days) during two periods of the year 2016 (dry and rain). The plots were 8 m², divided by half and useful area of 1.2m². A completely randomized design was used with subdivided plots arrangement. Measured average plant height (cm), performance of dry by court and total (kg DM ha⁻¹), % of leaf and air cover (%). Between pastures, time and frequency, cultivate CIAT 16061 presented the best agronomic behavior with values of height (78.4 cm), aerial cover (82.0%), dry matter yield by cutting and total (MSha⁻¹ kg), (5,422 and 16,267), respectively. In general the best cutoff frequency for height, yield per cut and total (MSha⁻¹ kg) and air cover, was reported at 42 days (57.2, 2,557, 7,712, and 55.1). The best time was for showers compared to the dry, with values of 63.3, 2,478 and 9,913, 53.5. The cultivar of CIAT 16061, presented the best outstanding characteristics of adaptation, productivity and persistence. **Key words:** Component, tropical grasses, time, frequency, cut.

Introducción

La región Oriente del Estado de Yucatán se caracteriza por tener una producción de forraje estacional y depende de la distribución de las lluvias, por esto, las condiciones productivas de las explotaciones ganaderas son severamente afectadas por periodos bien definidos de abundancia y escasas de forraje que se presenta en las épocas de lluvia y sequía, respectivamente.

El INIFAP y otras instituciones han trabajado en la búsqueda de mejores cultivos forrajeros para diversas condiciones climáticas y muchos de esos materiales ya han sido liberados y utilizados extensivamente por los productores de cada región tropical (Enríquez et al., 1999; Enríquez et al., 2011). Sin embargo hace falta información del rendimiento y potencial productivo de los forrajes que permitan usar esta información en los sistemas actuales de alimentación. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento y las características productivas de 15 cultivares de pastos tropicales a dos frecuencias de corte en las épocas de seca y lluvia en el oriente 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 (COTECOCA, 1977). Los pastos tropicales evaluados fueron diez cultivares del género *Panicum* tales como: Tanzania (TAN1), Aruana (ARU3), Likoni (LIK5), Atlas (ATL6), CIAT 16051 (CIA7), CIAT 16061 (CIA8), Guinea Común (GUI12), Mombaza (MOM13), Vencedor (VEN14) y Massai (MAS15); cuatro del género *Brachiaria*, entre ellos Insurgente (INS2), Yacaré (YAC9), MG 5 (MG510), Mulato II (MUL11) y uno del género *Paspalum*, el Suerte (ATR4), en dos frecuencias de corte (35 y 42 días) durante dos épocas en 2016; seca (9 de marzo al 1 de junio) y lluvia (1 de junio a 16 de noviembre). Establecidos de septiembre a febrero de 2016, con corte de homogenización el 9 de marzo de 2016. Las parcelas fueron de 8 m², divididas por mitad y área útil de 1.2m². Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas subdivididas, donde las parcelas grandes fueron los cultivares y las subparcelas, las frecuencias de corte, subdivididas a través de épocas, contaron con tres repeticiones. Los datos generados, fueron analizados mediante un Análisis de Varianza con el paquete estadístico SAS (SAS, 2009). Se empleó el programa GLM. De igual forma se solicitó al programa la estimación de las medias corregidas por mínimos cuadrados (LSMEANS) y la significancia de la diferencia entre dos medias (PEDIFF), la cual usa la prueba de t para las comparaciones (Steel y Torrie, 1985). Las variables de respuesta fueron: altura promedio de planta (cm), rendimiento de materia seca por corte y total (kg MS ha⁻¹), hoja (%) y cobertura aérea (%).

Resultados y Discusión

El comportamiento agronómico y productivo de los diferentes cultivares por efecto de las frecuencias de corte, se presenta en los cuadros 1, 2 y 3. Los resultados indican que hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre materiales, frecuencias de corte y entre épocas, así como efecto de interacción para materiales y época (Figura 1) para altura, kg MS ha⁻¹ por corte y % de hoja, kg MS ha⁻¹ total e interacción entre época y frecuencia de corte para altura, kg MS ha⁻¹ por corte y total, % de cobertura aérea y producción total kg MS ha⁻¹.

En la comparación entre pastos (Cuadro 1), el cultivar CIA8 presentó la mayor altura (78.4 cm) y los pastos INS2, ARU3, YAC9 y MUL11, menores alturas con 41.3 cm en promedio. En rendimiento de materia seca por corte (kg MS ha⁻¹), sobresalen cuatro grupos que se describen de mayor a menor; 1) cultivares CIA8 (5,422), 2) MAS15 y VEN14 (3,376), 3) ATL6, CIA7 y LIK5 (2,357), y 4) ATR4, MOM13, MUL11, YAC9, MG510, TAN1, GUI12, INS2, ARU3, con valores promedio (1,485) en Kg MS ha⁻¹. El mayor porcentaje de hoja lo presentó el cultivar MAS15 con 73 %, siendo similar ($P > 0.05$) a los cultivares MUL11, ATR4, TAN1y MG510, cuyos valores

fluctúan entre de 67 y 73 % y los de menor porcentaje de hoja correspondió a los pastos ATL6, LIK5 e INS2 con valor promedio de 42 %. La mayor cobertura aérea fue para los cultivares CIA8, VEN14 y MAS15 con valor promedio de 77 %. Para rendimiento de materia seca total (kg MSha¹), se destacan cinco grandes grupos que se describen de mayor a menor; primero para el cultivar CIA8 con 16,267 kg ha⁻¹, el segundo para los pastos MAS15 y VEN14 con promedio de 10,128 kg ha⁻¹, el tercero, los pastos ATL6, CIA7, LIK5, ATR4, MOM13 y MUL11 respectivamente, con promedio de 6,209 kg ha⁻¹, el cuarto grupo para YAC9, MG510, TAN1 e INS2 con 4,392 kg ha¹ y por último los de menor rendimiento para ARU3 y GUI12 con promedio 3,280 kg ha⁻¹ de materia seca.

Cuadro 1. Efecto de diferentes cultivares de pastos tropicales a dos frecuencias de corte y dos épocas.

Hoja (%)	Kg MS ha ⁻¹		Cobertura		Kg MS ha ⁻¹ Cultivares		Altura (cm)	
	Por corte	Aérea (%)	total					
Tanzania	51.5±20.3c	1501.9±771.6def	69.9±13.5abc	52.2±25.9bc	4505.6±2702.1ef			
Insurgente	40.0±14.1d	1171.3±974.3ef	44.8±11.1f	38.3±21.9de	3586.3±2704.0ef			
Aruana	40.5±17.3d	1001.0±983.9f	54.7±16.0de	35.4±22.8e	3002.9±1579.3f			
Suerte	48.2±22.0cd	1820.9±1104.3de	71.0±20.3abc	43.4±21.9cde	5462.6±3581.2def			
Likoni	52.8±24.4c	1948.5±1265.8dc	41.7±13.3f	47.2±23.4cd	5845.5±4484.1cde			
Atlas	55.9±23.1c	2587.0±1719.8c	40.3±12.7f	47.3±20.6cd	7760.7±6035.7cde			
CIAT16051	54.0±21.5c	2534.1±1648.4c	65.1±13.0c	60.9±26.1b	7602.2±5580.3cde			
CIAT16061	78.4±27.3a	5422.4±2878.0a	59.1±9.6d	82.0±14.0a	16267.2±9307.7a			
Yacaré	42.6±13.8d	1647.7±966.9def	64.9±14.6c	51.0±20.4bc	4943.2±2869.7ef			
MG 5	53.4±17.8c	1510.4±959.1def	67.4±11.9abc	38.6±21.0de	4531.2±2835.4ef			
Mulato	42.2±11.6d	1763.0±1060.8de	72.4±10.4ab	52.2±18.0bc	5289.1±2533.1def			
Guinea	56.1±20.8c	1185.7±1057.6ef	66.0±15.1c	43.5±22.9cde	3557.3±2416.3ef			
Mombaza	68.4±30.0b	1765.4±959.6de	66.7±15.3bc	46.5±23.4cde	5296.3±3657.9def			
Vencedor	66.3±34.6b	3358.7±2301.7b	50.9±13.8e	77.7±15.2a	10076.2±7640.6b			
<u>Massai</u>	<u>55.2±20.5c</u>	<u>3393.0±2288.5b</u>	<u>73.0±14.4a</u>	<u>71.7±23.5a</u>	<u>10179.1±8510.1b</u>			

Media±error estándar de la media; Las literales diferentes en la misma columna (a,b,c,d, e y f), indican diferencia estadística (P<0.05).

Con respecto a los efectos por influencia de edad de corte (Cuadro 2) se destaca un incremento a 42 días en altura (cm), rendimiento de forraje por corte (kg MS ha⁻¹), cobertura aérea (%) y producción de forraje total (kg MS ha⁻¹) con valores 57, 2,557, 55 y 7,712 respectivamente, en comparación a 35 días de rebrote (50, 1,796, 50 y 5,388) (P< 0.05), sin embargo los cultivares manifestaron a 42 días una menor proporción de hojas 59.5 vs 61.6 % a 35 días. Similar comportamiento encontró Ramírez et al. (2014), para los pastos Mulato e Insurgente al compararlos a 35 días (44, 1,545, 63 y 87), respecto a 42 días (50, 2,385, 75 y 79) para altura, kg MS ha⁻¹ por corte, cobertura aérea y porcentaje de hoja, respectivamente.

El efecto de épocas del año (Cuadro 3) promedio entre cultivares y frecuencias de corte, se destaca que la altura se incrementó un 80 % en la época de lluvias, respecto a la época seca, al pasar de 34 a 63 cm y el rendimiento de forraje por corte correspondió en un 61 % en la época de lluvia 2,478, respecto a la seca con 1,588 (kg MSha⁻¹). El porcentaje de hoja fue mayor (P en la época de seca (70.7) comparado a la época de lluvias (55.5); lo anterior es reflejo de que en la época de seca, existió un menor crecimiento y por lo tanto, menos porcentaje de tallos. La cobertura aérea no se encontró diferencia (P>0.05) entre las épocas en estudio con valor promedio de 52.1 %. La

producción de forraje total correspondió en un 76% en la época de lluvias 9,913, respecto a la seca con 3,136 (kg MSha⁻¹). Similar comportamiento encontró Sosa et al. (2008) evaluando 11 gramíneas tropicales, entre ellas 6 del género *Panicum*, 3 *Brachiarias*, 1 *Andropogon* y 1 *Paspalum* en Quintana, Roo, siendo mayores en alturas (cm) para lluvias (87), respecto de nortes (68) y seca (53), y la producción de forraje total anual correspondió en un 50,30 y 13 % para las épocas de lluvias, nortes y seca, respectivamente.

Cuadro 2. Efecto de la edad de corte sobre las características productivas de pastos tropicales en dos épocas.

Frecuencias de Corte	de	Kg MS ha ⁻¹	Cobertura	Kg MS ha ⁻¹	Altura (cm)	Hoja (%)
		por corte		Aérea (cm)	total	
35 días	50.2±20.2b	1795.9±1387.7b	61.6±16.6a	50.0±23.7b	5388.0±4556.0b	
42 día	57.2±27.2a	2557.3±2200.4a	59.5±18.4b	55.1±27.0a	7712.0±6796.0a	

Media±error estándar de la media; Las literales diferentes en la misma columna (a y b), indican diferencia estadística (P<0.05).

Cuadro 3. Efecto de época de corte sobre las características productivas de pastos tropicales a dos frecuencias de corte

Épocas de Corte	Altura (cm)	KgMSha ⁻¹	Hoja (%)	Cobertura	KgMSha ⁻¹
		Por corte		Aérea (%)	total
Lluvias	63.3±23.0a	2478.2±2030.5a	55.5±14.7b	53.5±27.0a	9913.0±6481.0a
Seca	34.5±12.1b	1568.0±1329.4b	70.7±18.5a	50.7±22.2a	3136.0±2024.0b

Media±error estándar de la media; Las literales diferentes en la misma columna (a y b), ndican diferencia estadística (P<0.05).

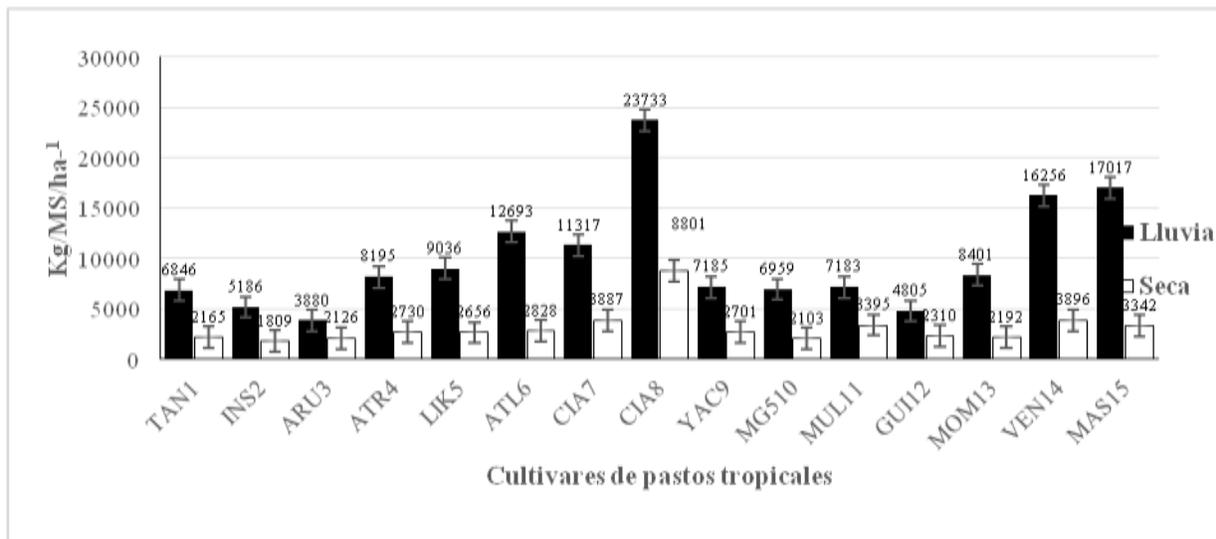


Figura 1. Rendimiento de materia seca total (kg MS ha⁻¹) por época de corte de 15 cultivares de pastos tropicales.

El efecto de interacción cultivares y época del año (Figura 1), se destaca el mayor rendimiento de forraje total (kg/MS/ha⁻¹) para el cultivar CIAT 16061 en época de lluvias y seca con valores de 23,733 y 8,801, respectivamente. De igual forma en la época de lluvias sobresalen cinco grupos que se describen de mayor a menor con promedios que se mencionan a continuación; 1) CIA8 (23,733), 2) MAS15 y VEN14 (16,637), 3) ATL6, CIA7, y LIK5 (11,015), 4) MOM13, ATR4, YAC9, MUL11, MG510, TAN1 e INS2 (7,136) y 5) ARU3 y GUI12 (4,343). En la época



de seca, se destaca el mayor rendimiento de materia seca para el cultivar CIAT 16061, con valor de 8,801 kg ha⁻¹ con incremento de rendimiento de forraje de 322 %, respecto a los demás cultivares evaluados con una media de 2,732 kg MS ha⁻¹.

Conclusiones

El cultivar CIAT 16061, en las épocas de lluvias y seca presenta características sobresalientes de adaptación y productividad para contribuir a la alimentación de los animales en pastoreo en la zona Oriente del Estado de Yucatán. Es necesario complementar estos estudios con evaluaciones sobre la calidad nutricional en las diferentes épocas (lluvias, nortes y seca), con la finalidad de emitir recomendaciones sólidas sobre su manejo y utilización bajo condiciones de pastoreo.

El presente estudio fue financiado parcialmente con recursos del Proyecto Fiscal “VITRINA TECNOLÓGICA EN ESPECIES FORRAJERAS COMO ALTERNATIVA ALIMENTICIA PARA LA GANADERÍA DEL ORIENTE DE YUCATÁN” y forma parte de un producto del Proyecto Fiscal “BANCO DE GERMOPLASMA: ESPECIES FORRAJERAS EN YUCATÁN”.

Literatura citada

- COTECOCA, 1977. Coeficiente de Agostadero de la República Mexicana. Península de Yucatán. SARH. México. D.F. 79 p.
- Enríquez Q. J. F., F. Meléndez N. y E. D. Bolaños A. 1999. Tecnología Para La Producción Y Manejo De Forrajes Tropicales En México INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico Núm. 7 División Pecuaria.
- Enríquez, Q. J. F., F. Meléndez N., E. D. Bolaños A. y V. A. Esqueda E. 2011. Producción y Manejo De Forrajes Tropicales En México INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental La Posta. Libro Técnico Núm. 28 División Pecuaria.
- Ramírez GJJM, Quijano HS, González MD y Alarcón ZB. 2014. Componentes de rendimiento de dos gramíneas tropicales a dos frecuencias de corte, bajo condiciones de trópico húmedo. Memoria en el XXVI Reunión Científica Tecnológica y Agropecuaria. Villahermosa Tabasco. pp 302-310.
- SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT 9.2 User's Guide, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sosa RE, Cabrera TE, Pérez RD y Ortega RL. 2008. Producción Estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el Estado de Q Roo. Tec. Pec. Mex. 46 (4): 413-426.
- Steel RG y Torrie JH. 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2ª. Ed. Mc. Graw- Hill México, D. F. 622 p.

COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE ZACATES DE CORTE A DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE EN LA ÉPOCA DE SECA Y LLUVIAS EN YUCATÁN

YIELD COMPONENTS OF GRASSES CUT TO DIFFERENT FREQUENCIES AT THE TIME OF DRY AND RAINY SEASON IN YUCATÁN

Javier E. Castillo^{1*}, Rosendo A. Alcaraz, Javier F. Enríquez², Jaime A. Ay³, Luis F. Salas³ y Jorge R. Canul³

¹C.E. Mocochoá-INIFAP, ² Campo Experimental La Posta-INIFAP, ³Instituto Tecnológico de Tizimín. ¹ Campo Experimental Mocochoá Km. 25.5 Antigua Carretera Mérida-Motul, Mocochoá, Yucatán, México. C.P. 97454. Tel: 01800-088-22-22.

*castillo.javier@inifap.gob.mx

Resumen

Con el objetivo de evaluar las características productivas de ocho zacates de corte a dos frecuencias de edad corte y dos épocas del año. Se evaluaros siete genotipos forrajeros del género *Pennisetum purpureum* tales como: CT-115, King Grass (KGY), Maralalfa, Morado, Mott, OM-22, y Taiwan y uno del genero *Tripsacum andersonii*, a dos frecuencias de corte (60 y 90 días) durante dos épocas del año en 2016 (seca y lluvias). Las parcelas fueron de 8 m², divididas por mitad y área útil de 1.2 m². Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas subdivididas. Se midió altura de planta (cm), kg de materia seca por corte (Kg/MSha⁻¹), % de hoja, cobertura aérea, número tallos por cepa y largo de hoja. Los genotipos Mott, King Grass y Taiwan desarrollan mayor altura (103.7±8, 102.8±8 y 99.3±8) y rendimiento de MS por corte (4888±707, 4281±687 y 4108±687 kg) que los demás genotipos. La conformación de los genotipos OM-22 y Guatemala desarrollaron mayor porcentaje de hojas (67.8±3.6 y 78.8±3.6 %) que los demás genotipos estudiados en el presente trabajo. El mayor rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) por corte se obtiene a frecuencia de 90 días en ambas épocas del año. El mayor rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) se obtiene en la época de lluvias. Los genotipos King Grass, Taiwán, Guatemala y OM-22 son los que menos mermaron la producción de MS a pesar de la inclemencia de la época de seca.

Palabras Clave: Época, materia seca, *Pennisetum purpureum*, Guatemala

Abstract

With the objective of evaluating the productive characteristics of eight grasses cut to two frequencies of old Court and two times of the year. We assess you forage seven genotypes of the genus *Pennisetum purpureum* such as: CT-115, King Grass (KGY), Maralalfa, purple, Mott, OM22, and Taiwan and one of the genus *Tripsacum andersonii*, at two frequencies (60 and 90 days) during two periods of the year 2016 (dry and) rains). The plots were 8 m², divided by half and useful area of 1.2 m². A completely randomized design was used with subdivided plots arrangement. Plant height (cm), kg dry matter (Kg/MSha⁻¹) cut, % of leaf, aerial cover, number stems by strain and blade length was measured. Genotypes Mott, King Grass and Taiwan develop greater height (103. 7±8, 102. 8±8 and 99. 3±8) and DM yield by Court (4888±707, 4281±687 and 4108±687 kg) than the other genotypes. The conformation of the OM-22 and Guatemala genotypes developed greater percentage of leaves (67. 8±3. 6 and 78. 8±3. 6%) than other genotypes studied in the present work. The highest yield of forage (kg DM ha⁻¹) by court gets 90 days for both seasons of the year often. The higher yield (kg DM ha⁻¹) is obtained in the rainy season. King Grass, Taiwan, Guatemala and OM-22 genotypes are that diminished less DM production despite the inclemency of the dry season.

Key words: Time, dry matter, *Pennisetum purpureum*, Guatemala

Introducción

La región Oriente del Estado de Yucatán se caracteriza por tener una producción de forraje estacional y depende de la distribución de las lluvias, por esto, las condiciones productivas de las explotaciones ganaderas son severamente afectadas por periodos bien definidos de abundancia y escases de forraje que se presenta en las épocas de lluvias y sequía, respectivamente. 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 del ganado. 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 (Martínez, 2005 y Herrera, 2009). También, se introdujo el pasto Maralfalfa como un híbrido reportado como de alto rendimiento y calidad nutritiva superior a sus pares del mismo género (Correa *et al.*, 2004). Sin embargo, cada especie tiene un margen de adaptación y tolerancia a las condiciones del medio donde se encuentra, de manera que la valoración de los factores que influyen en la adaptación, establecimiento, producción, utilización y mantenimiento, así como sus posibles interacciones, tienen importancia vital para hacer racional y estable la explotación de las áreas dedicadas para la producción de forrajes (Herrera, 2009). Por lo tanto, en el presente trabajo tiene como objetivo evaluar las características productivas en dos épocas del año y dos frecuencias de corte de ocho genotipos forrajeros de crecimiento erecto, bajo las condiciones climáticas y edafológicas en el oriente del Estado de Yucatán.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Sitio Experimental Tizimín INIFAP, ubicado a 20°09'30" L.N. y 88°01'30" L.O, con 15msnm, con vegetación clasificada como selva mediana subcaducifolia perturbada. Clima tropical Awo, precipitación media anual de 1200 mm, en meses de verano, temperatura media anual de 25.6° C. Los suelos son tropicales rojos del grupo laterítico calcáreos, profundidad somera de 0 a 25 cm, textura arcillosa con 40% pedregosidad, 15% de rocosidad y pH entre 6.6 y 6.8. Se evaluaron las características productivas de ocho zacates (genotipos) de corte, de los cuales siete son del género *Pennisetum purpureum* tales como: CT-115, King Grass (KGY), Maralfalfa, Morado, Mott, OM-22, y Taiwan y uno del género *Tripsacum andersonii*, Guatemala (Set-16), evaluados a dos frecuencias de edad corte (60 y 90 días) y en dos épocas, durante el año de 2016; seca (25 de febrero al 24 de junio) y lluvia (25 de junio a 21 de noviembre). Establecidos de septiembre a febrero de 2016, con corte de homogenización el 25 de febrero de 2016. Para el cual, se sembraron 4 surcos a lo largo del rectángulo de 2 x 4 m (8m²), con materiales sembrados a 50 cm entre plantas y 60 cm entre hileras, con un total de 32 plantas por parcela (parcela mayor). La parcela menor (frecuencia de corte) se formó al dividir a la mitad, quedando de 4 m² (2 m de largo por 2 de ancho) y área útil de 1.2m². Las variables a evaluar fueron: altura de la planta (cm), medida en las cuatro plantas centrales por parcela; rendimiento de forraje por corte (MS ha⁻¹), cosechando en 1.2 m² el forraje disponible a 15-20 cm del suelo, posteriormente se determinó la materia seca (MS) dividiendo el porcentaje del peso seco sobre el peso en verde cosechado; porcentaje de hoja, se tomó otra submuestra de 250 g de plantas (tallos completos), las cuales se separaron en sus componentes hojas y tallos; cobertura aérea, se midió (%) cuantificando el forraje presente en el área útil; el número de tallos por cepa se realizó contando el número de tallos de las cuatro plantas centrales; espacio entre nudos, se obtuvo midiendo el largo del cuarto entre nudo a partir del nivel del suelo, tomando una observación por planta y cuatro por parcela. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas subdivididas, donde las parcelas grandes fueron los cultivares y las subparcelas, las frecuencias de corte, subdivididas a través de épocas, contaron con tres repeticiones. Los datos generados, fueron analizados mediante un Análisis de Varianza con el paquete estadístico SAS (SAS, 2009), empleando el programa GLM. De igual forma se solicitó al programa la estimación de las medias corregidas por mínimos cuadrados

(LSMEANS) y la significancia de la diferencia entre dos medias (PEDIFF), la cual usa la prueba de t para las comparaciones.

Resultados y Discusión

Los genotipos forrajeros que desarrollaron mayor altura en el año ($P < 0.05$) fueron Mott, King Grass y Taiwan (103.7 ± 8 , 102.8 ± 8 y 99.3 ± 8), respectivamente, en comparación con los demás genotipos. Los genotipos: Mott, Taiwan y King Grass, fueron los que obtuvieron mayores rendimientos por corte de MS por hectárea ($P < 0.05$) con: 4888 ± 707 , 4281 ± 687 y 4108 ± 687 kg, respectivamente. Lo anterior difiere a lo reportado por Villanueva *et al.*, (2016) al evaluar Maralfalfa, Taiwan, CT-115, Morado, y OM-22, con los mayores rendimiento para el OM-22 con 13.8 y 25.4 ton de MS ha^{-1} a 60 y 90 días de rebrote, respectivamente. Sin embargo, los genotipos OM-22 y Guatemala, producen mayor ($P < 0.05$) hoja (67.8 ± 3.6 y 78.8 ± 3.6 %), respectivamente. Así mismo, los genotipos que obtuvieron mayor expansión ($P < 0.05$) de cobertura aérea en el año, fueron los pastos Guatemala y el Mott (77.8 ± 5.5 y 71.0 ± 5.5 %), respectivamente. Para el número de tallos por cepa, el pasto Guatemala desarrolló mas tallos ($P < 0.05$) por cepa que el resto de los genotipos y los genotipos que menos desarrollaron largo de hoja ($P < 0.05$) fueron Morado y Maralfalfa (69.3 ± 5 y 53.9 ± 5 cm), respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros productivos en diferentes zacates de corte a dos frecuencias de corte y dos épocas del año.

Genotipo	Altura de la Planta (cm)	Kg /MSHa ⁻¹	Hoja (%)	Cobertura Aérea (%)	Tallos por Cepa	Largo de Hoja (cm)
CT-115	81.3±8cd	2598±692bcd	57±3.6bcde	44.6±5.5ed	9.4±1.2c	78.4±5ab
KingG	102.8±8ab	4108±687ab	50±3.6de	51.2±5.5cd	12.0±1.2c	82.2±5ab
Maralf	60.8±8d	1012±699d	57±3.7bcd	35.7±5.6e	10.6±1.2c	53.9±5c
Morado	75.4±8cd	1876±699cd	61.1±3.7bc	37.5±5.5ed	9.3±1.2c	69.3±5b
Mott	103.7±8a	4888±707ab	48±3.6e	71±5.5ab	15.6±1.2b	75.1±5ab
OM-22	90.3±8bc	3779±687bcd	67.8±3.6ab	67.8±5.5bc	11.4±1.2c	86.9±5a
SET-16	80.2±8bc	3255±698bc	78.8±3.6a	74.8±5.5a	22.7±1.2a	78.0±5a
TAIW	99.3±8abc	4281±687ab	53.7±3.6cde	51.8±5.5de	11.7±1.2c	82.7±5ab

Letras diferentes en la misma columna denota diferencias significativas ($P < 0.05$); Kg/MSHa⁻¹ = kilogramos de materia seca por cote por hectárea; SET-16 = Guatemala, TAIW= Taiwan, KingG= King Grass y Maralf= Maralfalfa.

Para el efecto edad de la frecuencia de corte, nos muestra el cuadro 2, que la mayor altura y rendimiento de forraje (kg de MS ha^{-1}) por corte, se obtuvo a los 90 días ($P < 0.05$) con 105.2 ± 4.1 cm y 5013 ± 356 , respectivamente. No obstante, el porcentaje de hoja a los 60 días (69.3 ± 1.8) produjo un 41% de más hoja ($P < 0.05$) que los forrajes cortados a los 90 días (49.1 ± 1.9). En cambio, se obtuvo el mayor ($P < 0.05$) largo de hoja (cm) a los 90 días que a los 60 días con: (79.7 ± 2.6 cm). No se encontraron diferencias significativas en cobertura aérea y numero de tallos por cepa ($P > 0.05$).

Cuadro 2. Parámetros productivos en diferentes zacates de corte a dos frecuencias de corte.

Características productivas	Frecuencia de Corte	
	60 días	90 días
Altura de la Planta (cm)	68.1±3.9b	105.2±4.1a
Kg/MSHa ⁻¹	1436±338b	5013±356a

Hoja (%)	69.3±1.8a	49.1±1.9b
Cobertura Aérea (%)	52.3±2.7a	56.3±2.8a
Tallos por Cepa	13.1±0.6a	12.6±0.6a
Largo de Hoja (cm)	72.0±2.4b	79.7±2.6a

a, b: Letras diferentes en la misma fila denota diferencias significativas ($P<0.05$); Kg/MSHa⁻¹ = kilogramos de materia seca por corte por hectárea

En cuanto al efecto de la época del año (Cuadro 3) la mayor altura de la planta, mayor rendimiento de forraje (kg de MS ha⁻¹) y largo de hoja ($P<0.05$), se dio en época de lluvias (107±3.1 cm, 4392±273 Kg/MS/ha⁻¹ y 79.7±2 cm, respectivamente). Contrariamente, el porcentaje de hoja, fue mayor ($P<0.05$) en la época de seca (66±2.1 %). No se encontraron diferencias ($P>0.05$) para cobertura aérea y tallos por cepa.

Cuadro 3. Parámetros productivos en diferentes zacates de corte en dos épocas del año.

Parámetros	Época	
	Seca	Lluvias
Altura de la Planta (cm)	66.3±4.7b	107±3.1a
Kg/MSHa ⁻¹	2058±408b	4392±273a
Hoja (%)	66±2.1a	52.3±1.4b
Cobertura Aérea (%)	69.3±3.2a	39.2±2.1b
Tallos por Cepa	13.8±0.7a	11.9±0.5b
Largo de Hoja (cm)	71.9±3b	79.7±2a

a, b: Letras diferentes en la misma fila denota diferencias significativas ($P<0.05$); Kg/MSHa⁻¹ = kilogramos de materia seca por corte por hectárea

La interacción de genotipo, frecuencia de corte y épocas del año (Figura 1), destaca el mayor rendimiento de forraje a 90 días para cada época del año ($P<0.05$). De los cuales, en la época de lluvias, los genotipos Mott, Taiwan, King Grass y OM-22, fueron los de mayor rendimiento de MS ha⁻¹ (13429±3357, 10651±2663, 8843±2211 y 7647±1912), respectivamente; y en época de seca, los genotipos KGY, Taiwán, Guatemala y OM-22 (4301±1271, 4045±1011, 3532±883 y 3144±786), respectivamente, son los que menos mermaron la producción de MS por hectárea, ($P<0.05$) a 90 días de corte.

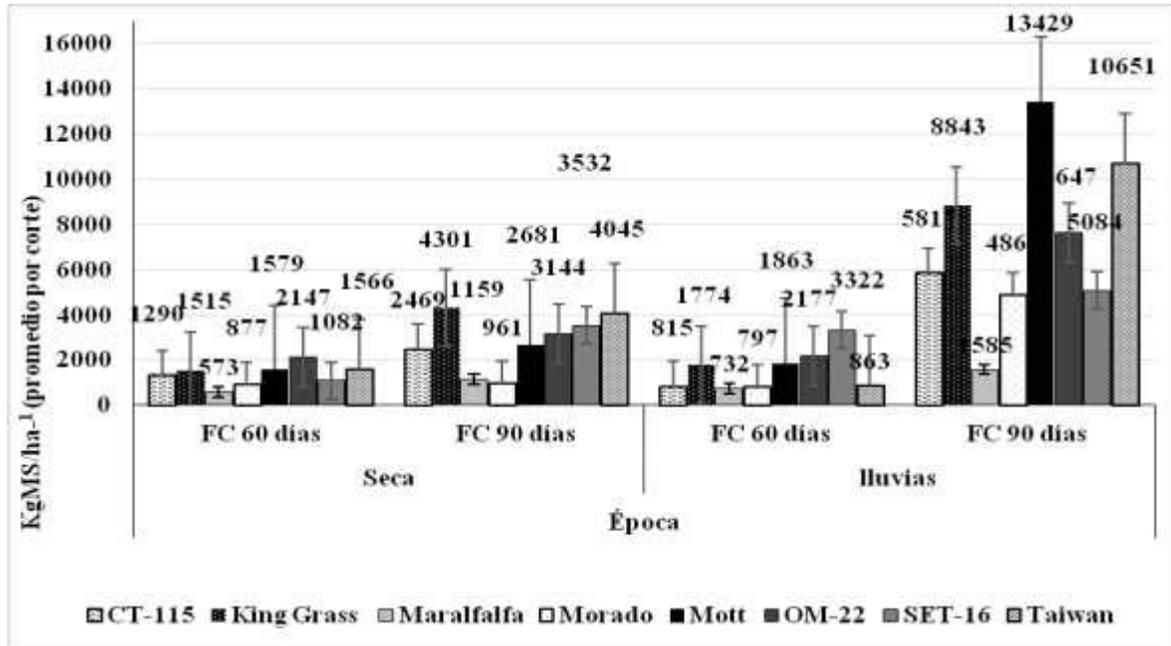


Figura 1. Rendimiento de materia seca de zacates de corte a dos frecuencias de corte y dos épocas del año.

Conclusiones

- Los genotipos Mott, King Grass y Taiwan desarrollaron mayor altura y rendimiento de MS por corte por ha⁻¹ que los demás genotipos.
- La conformación de los genotipos OM-22 y Guatemala (SET-16) desarrollaron mayor porcentaje de hojas que los demás genotipos estudiados en el presente trabajo.
- El mayor rendimiento de MS de forraje por corte, se obtiene a frecuencia de corte de 90 días en ambas épocas del año.
- El mayor rendimiento de MS por hectárea por corte, se obtiene en la época de lluvias para todos los genotipos estudiados.
- Los genotipos King Grass, Taiwán, Guatemala y OM-22 son los que destacaron en rendimiento de MS a pesar de la inclemencia de la época de seca.

Literatura citada

- Correa H. J, Ceron J. M, Arroyave H., Henao Y. y López A. 2004 Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. En: IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. Cooperativa Colanta, Hotel Intercontinental de Medellín, noviembre 10 y 11: 231 - 274.
- Herrera, R. S. 2009. Mejoramiento de *Pennisetum purpureum* en cuba. En: revista cubana de ciencia agrícola, vol. 43. Num. 4, 2009, pp. 345-349.
- Martínez Z.R. 2005. Un modelo de manejo del pasto en el periodo seco para la producción de leche. En: Memoria de XI Seminario Manejo y utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Tachira, Venezuela. p 31.40.
- Villanueva A.J.F., Rubio C. J.V. y Herrera C.F. 2016. Comportamiento morfológico de cinco cultivares de *Pennisetum purpureum* Schum bajo diferentes periodos de defoliación. Memoria en el VII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Guadalajara, Jalisco. pp 270-273.
- SAS (2003) SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst. Inc. Cary, NC, EEUU.

DISTRIBUCIÓN Y VALOR NUTRICIONAL DE PASTO ROSADO [*Melinis repens* (WILLD.) ZIZKA] EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA
DISTRIBUTION AND NUTRITIONAL VALUE OF NATAL GRASS [*Melinis repens* (WILLD.) ZIZKA] IN STATE OF CHIHUAHUA

Raúl Corrales^{1*}, Carlos R. Morales¹ y Alan Álvarez¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada kilómetro 1. Código postal 31000. Chihuahua, Chihuahua. México. **Raúl Corrales Lerma** crlerma@uach.mx

Resumen

El pasto Rosado ha desplazado especies nativas de importancia ecológica y económica en América. En México esta especie tiene un tiempo relativamente corto de estar establecida, sin embargo, ha logrado dispersarse en todo el país. El objetivo fue conocer la distribución de poblaciones de pasto Rosado y determinar su valor nutricional en el estado de Chihuahua. Se recorrieron zonas de pastizales, matorrales, bosque templado y zonas de transición del estado y se geo referenciaron poblaciones de vegetación que con presencia de pasto Rosado. El valor nutricional de la especie, se analizó con ANOVA y comparación de medias por agrupamiento de Tukey. Se realizó un mapa de distribución de poblaciones de pasto Rosado en el Estado de Chihuahua. Se determinó el contenido nutricional y se encontró diferencia ($p < 0.05$) de PC entre poblaciones. Con base en el aporte nutricional presentado, se estimó un valor forrajero de regular a bueno para esta especie.

Palabras clave: especie invasora, poblaciones silvestres, valor forrajero.

Abstract

Natal grass has displaced native species of ecological and economic importance in America. In Mexico it has a relatively short time of being established, however, it has been dispersed in all the states. The objective was to know the distribution of populations of natal grass and determine their nutritional value in Chihuahua state. Grasslands, shrublands, template forest and transition zones of the State were crossed and the vegetation with the presence of natal grass were geo referenced. Nutritional value was analyzed with ANOVA and comparison of means by Tukey grouping. A distribution map of the Natal grass populations was made for Chihuahua state. The nutritional content was determined and the difference ($p < 0.05$) of protein crude was found between populations. Based on the nutritional contribution presented, a forage value was estimated from regular to good for this species. **Key words:** alien species, wild populations, forage value.

Introducción

El pasto Rosado es una especie originaria de Sudáfrica y en América es una de las gramíneas más invasoras. El establecimiento de una especie en un sitio ecológico depende de variables de topografía, clima, edafología, entre otras (Brutnell *et al.*, 2015). El valor nutricional de las gramíneas es un factor de gran interés en especies forrajeras. Se menciona que el pasto Rosado posee un alto contenido de lignina y es bajo en proteína, lo cual reduce su digestibilidad (Flores *et al.*, 2016; Melgoza *et al.*, 2014). No obstante, el valor nutricional puede cambiar en sus poblaciones por factores medioambientales y/o genéticos.

A la fecha se conoce la distribución global, descripción taxonómica y algunas características de orden general del pasto Rosado, basadas en descriptores morfológicos y moleculares (Vicentini *et al.*, 2008; Melgoza *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2015). Sin embargo, se desconoce la distribución

regional y aporte nutricional. El objetivo de este estudio fue conocer la distribución de poblaciones de pasto Rosado y determinar su valor nutricional en el estado de Chihuahua.

Materiales y Métodos

Se recorrieron zonas de pastizales, matorrales, bosque templado y zonas de transición del estado de Chihuahua, las cuales presentan amplia variación en la precipitación, temperatura y altitud (Cuadro 1). El recorrido se realizó en otoño del 2016 y el criterio para geo referenciar las poblaciones fue que los sitios presentaran al menos una hectárea con presencia y densidad dominada por pasto Rosado. Las poblaciones se geo referenciaron con el visor de mapas y trazador de rutas con GPS OruxMaps a una distancia mínima de 40 km entre población.

Cuadro 1. Temperatura y precipitación anual registrada en las estaciones meteorológicas de CONAGUA en el Estado de Chihuahua durante los últimos 60 años

Estación meteorológica	Precipitación			Temperatura			Altitud		
	Periodo	Media	Mínima	Máxima	Periodo	Media		Mínima	Máxima
Abraham González	1970-2014	475.4	263.7	717.2	1971-2014	13.2	11.8	18.3	2096
Cd. Jiménez	1957-2014	344.5	149.3	661.2	1957-2014	18.8	16.7	20.6	1387
Valle de Zaragoza	1969-2014	429.2	181.0	782.7	1976-2014	19.3	18.1	21.3	1335
Nuevo Casas Grandes	1960-2014	318.4	120.1	547.5	1957-2014	16.8	14.5	18.8	1467
P. El rejón	1968-2009	401.6	151.5	834.1	1967-2005	17.3	15.2	19.6	1514
Ojinaga	1957-2014	252.7	76.8	535.6	1969-2014	21.2	15.1	26.8	841
Escalón	1967-2000	303.5	54.0	593.0	1960-2000	19.5	17.4	21.1	1263
Cd. Juárez	1957-2014	260.6	104.0	536.3	1957-2014	18.4	13.8	21.8	1116

Fuente: INEGI, 2015.

Evaluación Nutricional

Para el análisis nutricional, el forraje se cortó en etapa de madurez previo al desprendimiento de semilla. El forraje se analizó por gradiente con plantas procedentes del; norte (NOR), centro (CEN), sur (SUR) y oeste (OES) del estado de Chihuahua. El forraje fue secado en una estufa Precision Scientific 6M, a temperatura constante de 65 °C durante 48 h. La materia seca (MS) se molió a tamaño de partícula entre 0.1 y 1.0 mm, posteriormente se realizó una alícuota de la MS por gradiente. Para estimar materia seca absoluta del pasto (MASP), nuevamente se colocaron las muestras en la estufa a temperatura constante de 105 °C durante 24 h. El fraccionamiento de fibras se hizo de acuerdo al protocolo Ankom basado en el método descrito por Goering y Van Soest (1970), con tres repeticiones por NPO. Se determinó fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA). Los porcentajes de hemicelulosa (HEM), celulosa (CEL) y lignina (LIG) se determinaron por diferencia. El contenido de PC se determinó por separado de acuerdo al protocolo LECO, basado en el método de combustión DUMAS. Se incluyeron tres repeticiones por NPO con la misma MS preparada para el análisis de fibras.

El análisis de datos para HEM, CEL, LIG y PC se realizó con el programa estadístico SAS 9.1.3 (2006) a través de Análisis de Varianza (ANOVA) y comparación de medias con la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

Distribución

El pasto Rosado se encontró principalmente en los valles centrales, zona de transición a la sierra tarahumara y a orilla de carretera en el Estado de Chihuahua. La mayor parte de sus poblaciones se registraron en regiones con clima semiseco-templado, seco-semicálido y seco-templado (INEGI, 2015). También, se detectó la presencia de pequeñas poblaciones que inician su desarrollo en algunos puntos de la sierra tarahumara. Sin embargo, en altitudes superiores a los 2000 msnm no se registraron poblaciones de esta especie. En zona de transición a matorrales tuvo escasa presencia y en pastizales halófitos no se registró la aparición de este pasto. Balandrán *et al.* (2015) evaluaron el pasto Rosado en cuatro tipos de suelo del Estado de Chihuahua y encontraron que los suelos halófitos y suelos de bosque con patrones altos de humedad-sequía, fueron los menos aptos para su emergencia y sobrevivencia. Se observó que el establecimiento de esta gramínea en el Estado de Chihuahua predomina en lomeríos con pendiente mayor al 10 % y prefiere la exposición sur. Contrario esto, en Sudáfrica, esta especie se localiza principalmente en clima cálido-seco y se distribuye en sabana, aunque se puede encontrar también en pendientes y barrancas con suelos poco profundos, sin importar la exposición (Grobler *et al.*, 2002).

Composición Química Nutricional

En el Cuadro 2 se reporta la composición química del pasto Rosado en poblaciones silvestres. El total de fibras estructurales presentado en este estudio fue relativamente alto, comparado con los resultados de Bezabih *et al.* (2013). Esto investigadores reportan que en praderas semi-áridas de la sabana del Valle del Rift en Etiopía, en el mes de agosto esta especie presentó del 54.2 al 56.4 % de FDN. Posiblemente la diferencia de condiciones ambientales, nutrientes en el suelo y otros factores, fueron causa de la diferencia en el contenido de fibras, o bien, la expresión de un genotipo diferente. Sin embargo, la diferencia en contenido de fibras estructurales en la misma etapa fenológica entre Chihuahua y Sudáfrica fue al rededor del 22 %, la cual puede ser considerada alta.

Cuadro 2. Composición química del pasto Rosado [*Melinis repens* (WILLD.) ZIZKA], dividido por gradiente en el Estado de Chihuahua

Gradiente	% MS	% FDN	% FDA	% LDA	% CEN	%PC
OESTE	92.94	79.18	46.26	6.84	8.19	6.29
NORTE	93.04	75.63	42.45	5.12	8.46	6.18
SUR	92.90	76.48	45.35	5.79	8.10	6.86
CENTRO	92.90	73.24	41.76	6.39	8.60	6.02

MS = materia seca, FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácido, LDA = lignina detergente ácido, CEN = cenizas, PC = proteína cruda.

Se sabe que de los componentes de FDN, la HEM y CEL pueden ser digeridos por rumiantes y otros herbívoros, por el contrario la LIG es altamente indigestible (Van Soest, 1994; Ramírez *et al.*, 2002; Sawatdeenarunat *et al.*, 2015). Existe información del contenido de lignina para algunos pastos nativos e introducidos en etapa madura (Ramírez *et al.*, 2001; Ramírez *et al.*, 2004). No obstante, para pasto Rosado solo se hace alusión a que es más indigestible que otras especies por presentar niveles altos de lignina, más no se presentan datos cuantitativos de este polímero. Los

valores de LIG que presentó el pasto Rosado en este estudio, indican que el aporte es bajo comparado con otras especies nativas e introducidas (Ramírez *et al.*, 2001; Ramírez *et al.*, 2004; Garduño *et al.*, 2015). El Pasto rosado del SUR y CEN no presentaron diferencia ($p > 0.05$) en HEM, así como tampoco el CEN fue diferente ($p > 0.05$) al pasto del NOR y OES. Sin embargo, el pasto del SUR tuvo mayor ($p < 0.05$) aporte de HEM que el del NOR y OES. Los componentes CEL y LIG no presentaron diferencia ($p > 0.05$) entre gradientes. En contenido de PC, la población sur presentó mayor ($p < 0.05$) aportación que el resto de los gradientes (Figura 1).

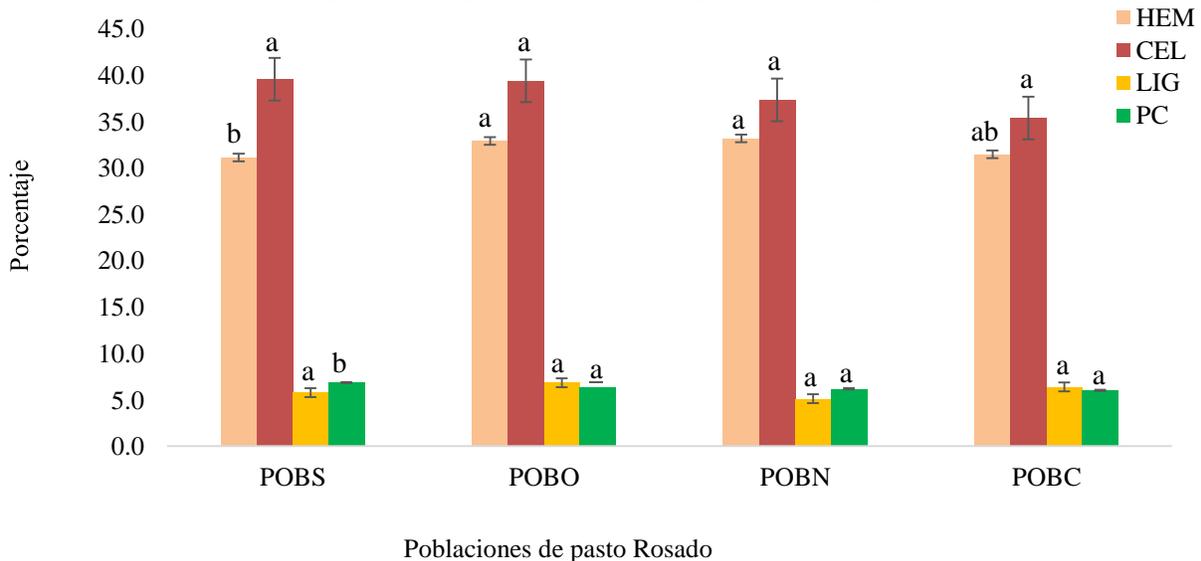


Figura 1. Medias \pm error estándar y agrupamiento Tukey, de variables nutricionales en poblaciones silvestres de pasto Rosado [*Melinis repens* (WILLD.) ZIZKA], distribuido en el estado de Chihuahua. POBO = población oeste, POBN = población norte, POBS = población sur, POBC = población centro. HEM = hemicelulosa, CEL = celulosa, LIG = lignina, PC = proteína cruda.

En general, el contenido de PC en etapa de madurez fue del 6.02 al 6.86 % en las poblaciones de pasto Rosado. Otros autores mencionan que esta especie presenta valores de PC menores a lo reportado en este estudio. Melgoza *et al.* (2014) muestran valores de 4.0 a 6.0 % de PC durante la etapa de crecimiento. Flores *et al.* (2016) indican que en etapa de madurez aporta del 4.6 al 5.2 % de PC. Por otro lado, Bezabih *et al.* (2013) reportan que en pastizales de Etiopía, los valores de PC en pasto Rosado, oscilan entre 7.7 y 8.3%, valores superiores a los encontrados en este estudio. Un factor que influye en la composición nutricional de los pastos es el entorno medioambiental. Tomando en cuenta lo reportado por otros investigadores, se considera que el contenido de PC del pasto Rosado en Chihuahua, va de regular a bueno.

Conclusiones y Recomendaciones

El pasto Rosado prefiere clima semiseco-templado, seco-semicálido y seco-templado en el estado de Chihuahua. Se establece principalmente en valles centrales y zona de transición en la sierra tarahumara en altitudes inferiores a los 2000 msnm. Se determinó su composición química y se encontró que su aporte de PC difiere de acuerdo a su localización. Por el aporte de proteína cruda y lignina que presentó el pasto Rosado, se infiere que su valor forrajero puede ser clasificado de regular a bueno, sin embargo, se recomienda determinar su digestibilidad.

Literatura Citada

- Balandrán, V. M., D. L. Ojeda Barrios, A. Melgoza y R. Mata. 2015. Emergencia y sobrevivencia del zacate Rosado en diferentes suelos y patrones de humedad-sequía. *Terra Latinoamericana*. 33:169-178.
- Bezabih, M., W. F. Pellikaan, A. Tolera, N. A. Khan and W. H. Hendriks. 2013. Chemical composition and in vitro total gas and methane production of forage species from the Mid Rift Valley grasslands of Ethiopia. *Grass and Forage Science*. 69:635-643.
- Brutnell, P., J. L. Bennetzen and J. P. Vogel. 2015. *Brachypodium distachyon* and *Setaria viridis*: Model Genetic Systems for the Grasses. *Annual Review of Plant Biology*. 66:465-48.
- Flores, E., M. Luna, C. Haubi, A. Díaz y J. J. Luna. 2016. Efecto del fuego en producción y calidad de zacate rosado en Aguascalientes. *Rev. Mex. Cienc. Agr.* 7:1271-1281.
- Garduño, V. S., R. Rodríguez, A. R. Quero, J. F. Enriquez, A. Hernández y A. 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. Agr.* 6:1679-1687.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agric. Handbook No. 379*. USDA-ARS, Washinton, DC. 20 p.
- Grobler, C. H., G. J. Bredenkamp and L. R. Brown. 2002. Natural woodland vegetation and plant species richness of the urban open spaces in Gauteng, South Africa. *Koedoe*. 45:19-34.
- INEGI. 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico y geográfico de Chihuahua. Ed. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- Melgoza, C. A., M. I. Valladares, R. Mata y C. Pinedo. 2014. Biología del pasto Rosado *Melinis repens* e implicaciones para su aprovechamiento o control. Revisión. *Rev Mex Cienc Pecu.* 5:429-442.
- Ramírez, L. R. G., M. A. Enríquez y G. F. Lozano. 2001. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *CIENCIA UANL*. 4:314-321.
- Ramírez, O. R., R. G. Ramírez y F. López. 2002. Factores estructurales de la pared celular del forraje que afectan su digestibilidad. *CIENCIA UANL*. 5:180-189.
- Ramírez, R. G., G. F. W. Haenlein, C. G. García-Castillo and M. A. Núñez-González. 2004. Protein, lignin and mineral contents and in situ dry matter digestibility of native Mexican grasses consumed by range goats. *Small Ruminant Research*. 52:261-269.
- SAS, Institute Inc. 2006. *Statistical Analysis System 9.1.3 User's guide*. Cary, NC, USA.
- Sawatdeenarunat, C., K. C. Surendraa, D. Takaraa, H. Oechsnerb and S. K. Khanal. 2015. Anaerobic digestion of lignocellulosic biomass: Challenges and opportunities. *Bioresource Technology*. 178:178-186.
- Silva, C., C. Snak, A. S. Schnadelbach, C. van den Berg and R. P. Oliveira. 2015. Phylogenetic relationships of *Echinolaena* and *Ichnanthus* within *Panicoideae* (*Poaceae*) reveal two new genera of tropical grasses. *Mol. Phylogenet. Evol.* 93:212-233.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd Ed. Comstock, Cornell Univ. Press, Ithaca, NY.
- Vicentini, A., J. C. Barber, S. A. Aliscioni, L. M. Giussani and E. A. Kellogg. 2008. The age of the grasses and clusters of origins of C4 photosynthesis. *Glob Chang Biol*. 14:2963-2977.

**CALIDAD DE SEMILLA DE PASTO BANDERITA (*Bouteloua curtipendula* (Michx.)
Torr.) EN DOS FECHAS PREVIAS A LA COSECHA
QUALITY OF SIDEOTS GRAMA SEEDS (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.) IN
TWO DATES BEFORE HARVEST**



Othón Cruz¹, Adrián R. Quero¹, Adrián Hernández¹, Filogonio J. Hernández^{2*}, José R. Alamilla²
y Rafael Nieto²

¹Colegio de Postgraduados-Montecillo, Texcoco, Edo. de México, ²Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Francisco I. Madero, Hidalgo

*Autor para correspondencia: fjhernandez@upfim.edu.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar la calidad de semilla en pasto Banderita en inflorescencias clasificadas por madurez aparente (tierna, intermedia y madura) de cinco variedades en dos fechas previas a la cosecha mecanizada. En Chilcuautla, Hidalgo se uniformizó a las plantas de las cinco variedades y posterior a 109 días se realizó el primer muestreo y 5 d después el segundo y las inflorescencias clasificadas se colocaron en la sombra para su secado hasta su evaluación en laboratorio. En los dos muestreos previos a la cosecha se evaluó peso de diásporas, porcentaje de llenado y peso de mil semillas, mientras en semillas cosechadas de manera mecánica se evaluó viabilidad y germinación, tanto en cariósides como diásporas. Se usó un diseño completamente al azar y para analizar los datos se usó GLM de SAS y Tukey ($\alpha = 0.05$). Se observó diferencia en peso de diásporas, porcentaje de llenado y peso de mil semillas ($P < 0.001$) para semillas tiernas, intermedias y maduras y en promedio fue mayor para el segundo muestreo (a excepción de peso de 1000 semillas en maduras). La germinación de diásporas para cada variedad fue afectada por las brácteas accesorias (6.6 %) y en cariósides, por latencia primaria (56 %) ya que la viabilidad fue alta (91%). La calidad de semilla mejoró cinco días después del primer muestreo, destacando el porcentaje de llenado. La germinación tanto en diásporas como cariósides fue afectada por latencia primaria.

Palabras clave: diásporas, cariósides, inflorescencias, cosecha mecanizada, germinación.

Introducción

Para tratar de recuperar áreas sobre-pastoreadas en los agostaderos en las zonas de escasa precipitación en México, las semillas de pastos deben contar con buena calidad física y fisiológica para expresar su potencial en campo (Quero-Carrillo *et al.*, 2017a), porque durante el llenado de grano y almacenamiento, mecanismos de deterioro disminuyen la germinación (Quero-Carrillo *et al.* 2017b). La tasa de germinación en gramíneas es informativa sobre la uniformidad de aparición de plántulas normales en campo (Larsen y Bibby, 2005), por lo que en pastos para zonas semiáridas, la semilla se comercializa como propágulo, diáspora o espiguilla, la cual consiste de cariósido contenido en brácteas accesorias: gluma, lema, palea o ramillas modificadas, dependiendo de la especie e influyen en la pureza física y calidad fisiológica (Enríquez y Quero, 2006), sin embargo la latencia está dada por las brácteas y la semilla botánica, principalmente por ácido absícico Velázquez-Martínez *et al.* (2015); Nonogaki *et al.* (2010); Quero-Carrillo *et al.* (2017a).

El inicio de la germinación es con la imbibición y con aumentos o modificaciones a hormonas, sobre todo el ácido giberélico, el cual juega un papel importante en alcanzar la terminación de la germinación, al menos en semillas intactas, e incluye también la desactivación del ácido absícico

(Nonogaki *et al.*, 2010). La germinación de un carióspside, de acuerdo con Bewley (1997) y Nonogaki *et al.*, (2010), es la aparición en primer lugar de la radícula y la aparición del mesocótilo o coleoptilo con desarrollo satisfactorio, y la emergencia en pasto Navajita (*Bouteloua gracilis*), según Moreno-Gómez *et al.* (2012), es la aparición del coleoptilo en la superficie del sustrato, como resultado de su elongación.

El objetivo del estudio fue evaluar la calidad de semilla por madurez aparente de las inflorescencias (tierna, intermedia y madura) de cinco variedades de pasto Banderita en dos fechas previas a la cosecha mecanizada.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en Chilcuautla, Valle del Mezquital, Hidalgo a 1870 msnm. El lugar tiene un promedio de 450 mm de precipitación y 16° C y suelo Leptosol (INEGI, 2014). La pradera se estableció en junio de 2016 mediante trasplante con tubetes individuales con aproximadamente 7 plantas a densidad de 35,000 plantas ha⁻¹. El 15 abril de 2017 se hizo un corte de uniformización mediante tracción mecánica con una desbaradora de dos hélices y se regó en dos ocasiones con intervalo de 15 días.

Las variedades de pasto Banderita estudiadas son NdeM-303, NdeM-5, NdeM-125, NdeM-La Zarca y NdeM-417, y los lotes estuvieron bajo la supervisión de SNICS. En cada variedad y por fecha de muestreo se seleccionaron tres plantas representativas para cortar todas las inflorescencias y clasificar por madurez aparente: tierna, intermedia y madura; esto es, tierna: son de color verdeazul claro y con anteras, intermedias: son de color marrón a café y con menos del 20% de anteras, maduras: son de color café claro y las flores se desprenden con facilidad. Se cortó a inflorescencias de cada planta de manera manual con ayuda de hoz y se separó según madurez. Las fechas de corte manual fueron el 29 de julio y 3 de agosto de 2017 y la cosecha mecánica en todos los lotes fue el 8 de agosto de 2017 con trilladora hechiza. Posterior a la clasificación de las inflorescencias en cada planta de cada muestreo, se desprendió a las flores de manera manual del raquis y fueron colocadas en bolsas de papel previamente etiquetadas y se colocaron en un lugar seco y fresco hasta su muestro en laboratorio, esto es, el 4 de septiembre de 2017, mientras la semilla de la cosecha mecanizada permaneció en un invernadero con flujo ligero de aire durante tres semanas.

Los tratamientos fueron cinco variedades de pasto Banderita, esto es NdeM-303, NdeM-5, NdeM125, NdeM-La Zarca y NdeM-417. Las variables en los cortes previos a la cosecha mecánica fueron: 1) peso de semillas o unidad de dispersión completas (brácteas accesorias y semilla botánica). 2) Porcentaje de llenado, el cual constó de pesar 3 g de la muestra de trabajo y con ayuda de agujas y pinzas de disección se obtuvo a carióspsides (semillas botánicas) y se pesó. 3) Viabilidad y germinación de semilla obtenida a partir de cosecha mecanizada. La viabilidad se realizó con tetrazolio al 0.1% en carióspsides previamente humedecidos por 8 h y se cortó de manera longitudinal de modo que se expusieron los tejidos embrionarios y se contabilizó la viabilidad de la siguiente manera: color rojo púrpura a rosa fuerte, viable y de rosa débil a incoloro, no viable. La germinación constó de carióspsides y semillas con brácteas accesorias (diásporas) para lo cual, se colocó a las dos unidades de dispersión en cajas de plástico con flujo ligero de aire en papel humedecido en cuatro repeticiones de 100 semillas y se colocaron en una cámara de ambiente

controlado a 22° C. Posterior a 7 d se contabilizó el número de plantas normales de ambas unidades de dispersión. Se usó un diseño completamente al azar y para analizar los datos se usó GLM de SAS (2003) y Tukey ($\alpha = 0.05$).

Resultados

Se observó diferencia en el peso de semilla tierna y madura ($P < 0.001$) sin embargo en el primer muestreo no se registró ningún cariósido en semilla tierna. En el segundo muestreo en semilla tierna, esto es cinco días después, en las variedades NdeM-303 y NdeM-125 se observó porcentaje mayor de llenado ($P < 0.001$). En semilla intermedia no hubo diferencia en peso de diásporas ($P > 0.05$), sin embargo mayor porcentaje de llenado se observó en la variedad NdeM-303 en el segundo y primer muestreo y NdeM-125 del segundo muestreo ($P > 0.05$) y no hubo diferencia en el peso de cariósidos ($P > 0.05$). En cuanto a semilla de inflorescencias maduras destaca la variedad NdeM-303 por tener mayor peso de diásporas ($P < 0.001$), mientras en el porcentaje de llenado destaca NdeM-303 del segundo muestreo ($P < 0.001$), es decir con 5 d de diferencia más cariósidos maduraron y respecto a peso de mil semillas destaca NdeM-303 del primer y segundo muestreo ($P > 0.05$).

Cuadro 1. Peso de diásporas, porcentaje de llenado y peso de mil semillas en cinco variedades de pasto Banderita en dos muestreos antes de la cosecha, clasificadas por madurez aparente.

		Tierna								
1	NdeM-303	11.6 ab [¥]	0.0b	0.0b	14.5a	10.7ab	965 a	25.2ab	20.4b	989a
1	NdeM-5	0.0 b	0.0b	0.0b	14.8a	0.0c	0c	5.2c	8.4cde	543abc
1	NdeM-125	12.3 ab	0.0b	0.0b	12.9a	1.5ab	478abc	11.7bc	12.3bcd	668abc
1	NdeM-La Zarca	15.9 a	0.0b	0.0b	12.2a	0.9ab	0c	9.0c	4.8ed	614abc
1	NdeM-417	13.6 a	0.0b	0.0b	14.6a	0.0c	0c	6.3c	1.7ed	642abc
	Promedio	10.7	0	0	14	3	289	11	10	691
2	NdeM-303	15.5 ab	12.8a	728a	22.4a	19 a	882ab	29.2 a	31.5 a	934 a
2	NdeM-5	9.8 ab	0.5b	144b	11.3a	0.8ab	172bc	5.6c	9.2cde	482bc
2	NdeM-125	10.1 ab	4.0ab	652a	10.0a	6.9ab	457abc	12.7bc	18.1bc	897ab
2	NdeM-La Zarca	14.8 a	0.0b	0.0b	14.5a	0.0c	0c	9.8bc	1.9ed	686abc
2	NdeM-417	16.9 a	0.0b	0.0b	5.4a	0.1c	267abc	5.0c	3.7ed	239c
		Intermedia			Madura					
Muestreo	Variedad	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Promedio				5.4	356		12.5	12.9	648
	Significancia		**		***	**		**	***	**
	DMS _h		8.8		10.10	748		16.10	9.43	449
		13.4	3.5	305	13					
		**		***	NS					
		12.5		310	17					

¥ Literales iguales en minúscula por columna son promedios estadísticamente similares ($P > 0.05$). * $P < 0.05$; ** $P < 0.001$; NS = no significativo ($P > 0.05$). 1=Peso de diásporas (semilla botánica + brácteas accesorias; g); 2= peso de cariósidos en el peso de la muestra; 3 = peso de mil semillas botánicas (mg). DMS_h = Diferencia mínima significativa honesta.

La germinación y viabilidad en laboratorio a partir de semillas cosechadas de manera mecanizada, fue diferente, tanto en cariósides ($P < 0.001$) como diásporas ($P < 0.0001$; Cuadro 2). En cariósides se registró germinación mayor en NdeM-303 sin embargo solo fue diferente de NdeM-5. En cuanto a germinación con diásporas, esta fue mayor en NdeM-303 y NdeM-La Zarca ($P < 0.0001$). En viabilidad se observó diferencia ($P < 0.0001$); similares resultados se obtuvieron en NdeM-303 y NdeM-La Zarca, lo que indica que la germinación en diásporas no corresponde a la viabilidad, lo cual está dado por latencia primaria y más aún cuando contiene a las brácteas accesorias (Velázquez-Martínez *et al.*, 2015; Quero-Carrillo *et al.* 2017b), ya que la latencia también afectó la germinación en cariósides aun cuando estuvo tres semanas en secado, ya que se recomiendan 10 meses de almacenamiento en ambiente seco y fresco para poder sembrar semilla de pastos nativos (Velázquez-Martínez *et al.*, 2015).

Cuadro 2. Porcentaje de germinación y viabilidad de semilla de cinco variedades de pasto Banderita en Chilcuautla, Hidalgo.

Variedad	Germinación cariósides	Germinación diásporas	Viabilidad
NdeM-303	75 a †	13.25 a	96 a
NdeM-5	36 b	0 c	88 b
NdeM-125	54 ab	7 b	89 b
NdeM-La Zarca	64 ab	11.5 ab	96 a
NdeM-417	52 ab	1.5 c	88 b
Promedio	56.2	6.6	91.4
Significancia	**	***	***
DMS _h	28.4	5.19	4.3

† Literales iguales en minúscula por columna son promedios estadísticamente similares ($P > 0.05$). ** $P < 0.001$; *** $P < 0.0001$; NS = no significativo ($P > 0.05$). DMS_h = Diferencia mínima significativa honesta.

Conclusiones

En todas las variedades de pasto Banderita, el peso de diásporas y porcentaje de llenado fue mayor al transcurrir 5 d, tanto en semilla tierna, intermedia y madura. El peso de mil semillas en semillas tierna e inmaduras en todas las variedades fue mayor en el segundo muestreo con respecto al primero, sin embargo en semillas maduras el peso de mil semillas fue poco mayor en el primer muestreo. La viabilidad en las semillas cosechadas de manera mecánica fue alta en todas las variedades, sin embargo no se reflejó en la germinación con diásporas debido a latencia y la germinación fue mayor en cariósides en la variedad NdeM-303.

Literatura Citada

- Bewley, J. D. 1997. Seed germination and dormancy. *The Plant Cell* 9:1055-1066.
- Enríquez, Q. J. F., y Quero, C. A. R. 2006. Producción de Semillas de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras Tropicales. Libro Técnico Núm. 11. Campo Experimental Cotaxtla. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Veracruz, México. 109 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo. 611 p.
- Larsen, S. U. and Bibby, B. M. 2004. Use of germination curves to describe variation in germination characteristics in three turfgrass species. *Crop Science* 44:891-899.
- Moreno-Gómez, García-Moya, B., Rascón-Cruz, E., Q., y Aguado-Santacruz, A. G. 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.



- Nonogaki, H., Bassel, G. W., and Bewley, J. D. 2010. Germination still a mystery. *Plant Science* 179:574-581.
- Quero-Carrillo, A R., Hernández-Guzmán, F. J., Pérez-Rodríguez, P., Pool, D., Landa-Salgado P., y Nieto-Aquino R. 2017a. Germinación y emergencia diaria de cariópsides y diásporas de pastos nativos e introducidos. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 40 (1): 35 – 44.
- Quero-Carrillo, A. C, Hernández-Guzmán, F. J., Pérez-Rodríguez, P., Hernández-Livera, A., García-de los Santos, G., Landa-Salgado P. y Ramírez-Sánchez, S. E. 2017b. Germinación de cariópsides clasificados por tamaño y diásporas de cuatro pastos para temporal semiárido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8 (3): 489-502.
- SAS Institute. 2009. SAS/STAT User guide version 9.2. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA. 5136 p.
- Velázquez-Martínez, M., Hernández-Guzmán, F. J., Cervantes-Becerra, J. F., y Gámez-Vázquez, H. G. 2015. Establecimiento de pastos nativos e introducidos en zonas semiáridas de México. Folleto para productores del INIFAP-CIRNE. 36 p.

***Larrea tridentata* (GOBERNADORA) COMO NODRIZA DE ARBUSTOS, EN LA REHABILITACIÓN DE PASTIZALES**

***Larrea tridentata* (CREOSOTE BUSH) AS NURSE PLANT FOR SHRUBS USED IN RANGELANDS REHABILITATION**

Luis Lauro de León González¹, Miguel Mellado Bosque², Juan Ricardo Reynaga Valdés¹, Luis Pérez Romero¹, José Duéñez Alanís¹ y Mayté Raquel Cruz González¹

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

Resumen

El objetivo fue evaluar a *Larrea tridentata* (gobernadora) como nodriza de arbustos, para rehabilitar pastizales. Se trabajó en el Rancho La Minuta del Mpio. de Saltillo, Coahuila, México. Usamos a la gobernadora (*Larrea tridentata*) como nodriza y bajo su dosel plantamos a: *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 rumbos cardinales: NE, SE, SO y NO en líneas de 10 individuos por especie y a los cinco primeros se les aplicó abono de borrego; se hicieron cuatro repeticiones. El testigo fue sin planta nodriza. Se evaluó: sobrevivencia, crecimiento, cobertura aérea, fitomasa aérea, efecto del abono y orientación geográfica, los cuales fueron analizados estadísticamente con el paquete NCSS 11. *Larrea tridentata* es mejor que el testigo para el crecimiento de otras especies bajo su dosel, siendo la orientación NE y *A. atrovirens* y *O. rastrera* las de mejor porcentaje de sobrevivencia. En cobertura aérea y crecimiento la SE fue la mejor orientación, con las dos especies antes citadas como las mejores; la mejor orientación para fitomasa aérea fue la NO con *A. atrovirens* y *O. rastrera*. En sobrevivencia todas las orientaciones superan al testigo y fueron la NE y la NO las superiores. Se registró mayor sobrevivencia de las especies que recibieron abono. *Larrea tridentata* es una opción de planta nodriza para rehabilitar pastizales.

Palabras clave: Nodriza, arbustos, gobernadora, rehabilitación, orientación geográfica, pastizales.

Introducción

El deterioro de los pastizales alcanza niveles preocupantes como resultado del manejo inadecuado de la ganadería, la agricultura, la tala y la urbanización, los cuales han disminuido su capacidad de producción forrajera permitiendo suelo desnudo y erosión y como consecuencia se tienen bajos índices productivos y reproductivos del ganado doméstico. En un afán de controlar los daños a los pastizales es necesario detener el proceso de deterioro, mediante la rehabilitación. El nodricismo en las zonas áridas y semiáridas tiene efectos positivos sobre la rehabilitación ya que se facilita el establecimiento y crecimiento de especies bajo el dosel de un arbusto, el que otorga protección y condiciones climáticas mejores a su protegido. Por ello, en este estudio utilizamos a *Larrea tridentata* para determinar si bajo su dosel se facilita el establecimiento de especies deseadas a fin de rehabilitar pastizales deteriorados.

Materiales y Métodos

El estudio se hizo en el Rancho La Minita municipio de Saltillo, Coah, México ubicado a 25° 10' 21.73" latitud N y 101° 04' 39.42" longitud O a 1926 msnm y a 36 km al sur de Saltillo. En otoño de 2005, se plantaron bajo el dosel de la nodriza *Larrea tridentata* (gobernadora), cada especie en cuatro orientaciones geográficas: NE, SE, SO y NO, en líneas de 10 individuos por especie y por orientación; las especies son: *Atriplex canescens* (costilla de vaca), *Atriplex numularia* (numularia), *Agave scabra* (maguey áspero) *Agave atrovierens* (maguey manso), *Prosopis glandulosa* (mezquite) *Agave salmiana* (maguey salmiana) y *Opuntia rastrera* (nopal rastrero). Se plantaron 280 individuos en 28 líneas; el testigo consistió en plantar 10 arbustos por especie en siete líneas, pero sin planta nodriza. A los primeros cinco arbustos de cada línea se les aplicó abono de excremento de borrego al momento de la plantación y, a todos un litro de agua. Evaluamos: sobrevivencia, crecimiento, cobertura aérea, efecto del abono, orientación geográfica y fitomasa aérea. Los cinco primeros parámetros fueron evaluados en cada estación del año, mientras que la fitomasa aérea sólo en otoño. La sobrevivencia se evaluó contando los individuos vivos durante el año de evaluación (2010). En el crecimiento se midió el incremento de la hoja de la penca en los nopales y de la hoja en los magueyes y, en aumento del diámetro de los tallos en los arbustos. La cobertura aérea se determinó al medir los diámetros mayor y menor de cada arbusto con la fórmula de un elipse: $\pi * r1 * r2$. Obtuvimos el efecto del abono con la media de las especies sobrevivientes a las que se les aplicó abono contra las que no se les aplicó. La orientación geográfica se obtuvo al contabilizar el número de arbustos sobrevivientes en cada orientación geográfica y; la fitomasa aérea se estimó con la técnica de Adelaida (Andrew *et al.*, 1979). **Diseño y Análisis Estadístico.** En la **Estadística Descriptiva**, el programa estadístico empleado fue el NCSS 11 Análisis de Datos para obtener las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y, las de dispersión (variabilidad, desviación estándar y coeficiente de variación) en sobrevivencia, cobertura aérea, crecimiento, efecto del abono y fitomasa aérea. **Para la Estadística Comparativa** se usaron las tablas de la t-Student para determinar las significancias estadísticas (=, ≠, >, <) entre tratamientos. Se comparan las medias de los tratamientos con el testigo para cada orientación geográfica y para cada estación del año, para cobertura aérea (cm²) y crecimiento (cm) y, para fitomasa aérea (g) sólo en otoño. Para sobrevivencia (en otoño) se usó estadística no paramétrica. Los valores se expresan para cada orientación y se hace comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia del testigo.

Resultados y Discusión

Estadística Descriptiva. Importancia de la orientación geográfica debajo de la planta nodriza al final del año (otoño). Cobertura aérea de todas las especies. La orientación con mayor cobertura fue la SE, seguida de la NE, SO y NO, con 7.29, 7.54, 5.46 y 3.78, veces más que el testigo, respectivamente (Fig. 1). **Crecimiento de todas las especies.** Las cuatro orientaciones registraron mayor crecimiento que el testigo en este orden: NE, SE, NO y SO con 3.20, 2.74, 2.06 y 1.60 veces más que el testigo, respectivamente (Fig. 2). En **Fitomasa aérea de todas las especies**, la NO, superó al testigo en 4.94 veces, seguida de la NE y SE con 4.47 y 4.40 veces, mientras que la SO fue mayor al testigo en 4.16 veces (Fig. 3).

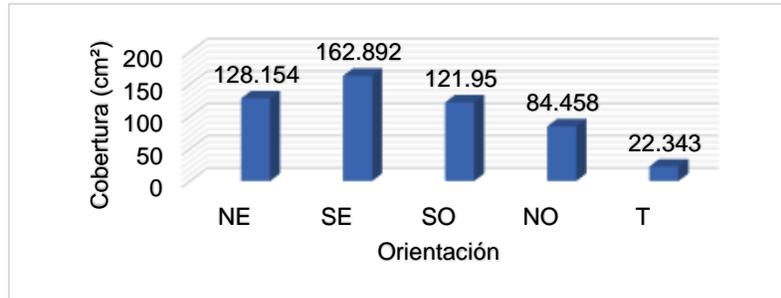


Figura 1. Medias para cobertura aérea (cm²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

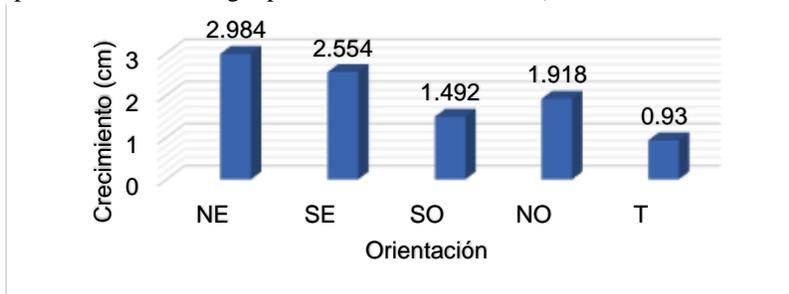


Figura 2. Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

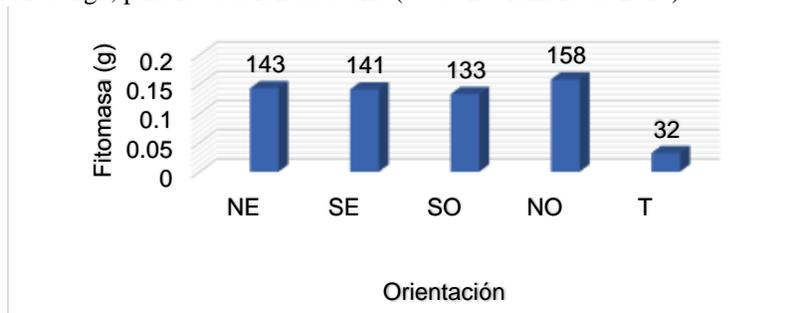


Figura 3. Medias para fitomasa aérea (g) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

Cobertura y crecimiento por especie en la última estación del año. *A. atrovirens* fue la especie con mayor **cobertura**, con 392.08 cm², valor superior a los de León *et al.* (2008; 2009; 2011a) cuyos resultados fueron de 198.51, 163.87 y 25.06 cm², pero inferiores a los de León *et al.* (2011b; 2015) quienes lograron 1245.57 y 754.04 cm², respectivamente. La segunda especie fue *O. rastrera*

con 320.207 cm², mejor a lo reportado por León *et al.* (2009; 2011a) con 57.05 y 72.20 cm², respectivamente, aunque inferiores a lo citado por León *et al.* (2015; 2011b) con 905.62 y 463.02 cm². En **crecimiento** la especie mejor fue *A. atrovirens*, con media de 9.98 cm, semejante a León *et al.* (2008; 2011 a) que registraron 8.57 y 13.05 cm, respectivamente, aunque muy por debajo de lo encontrado por León *et al.* (2015;2011b), que reportan 23.18 y 37.64 cm. La segunda especie mejor fue *O. rastrera* con 3.286 cm, similar a lo encontrado por León *et al.* (2009; 2011a; 2011b) con cantidades de 3.96, 3.09 y 3.13 cm., respectivamente, pero León *et al.* (2008; 2015) reportaron valores superiores, de 4.9 y 23.72 cm, respectivamente. Para **fitomasa aérea** la especie que sobresalió fue *A. atrovirens* con 583 g, superior a lo citado por León *et al.* (2008; 2009; 2011a; 2011b) que registraron 52.5, 53.2, 100.91 y 513.15 g, aunque León *et al.* (2015) reportó 929.6 g. La segunda especie, *O. rastrera*, registró 244 g (Fig. 4) y León *et al.*

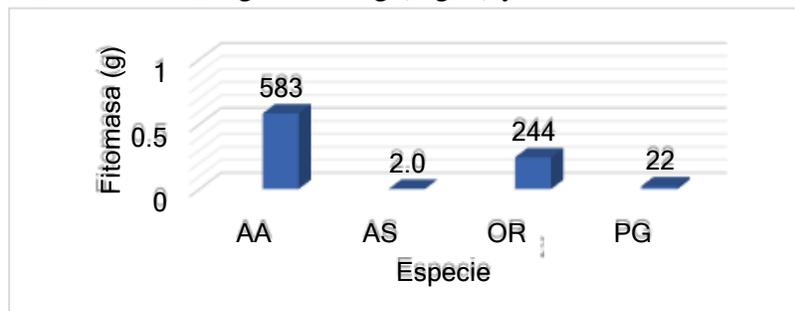


Figura 4. Medias para fitomasa aérea (g) de todas las especies, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

(2008; 2009; 2011a; 2011b) muestran valores menores, de 31.97, 47.78, 84.2 y 194.47 g, pero León *et al.* (2015) reportan 1293.6 g. **Efecto del abono sobre el establecimiento de las especies.** Las mejores especies aprovechando el abono son *A. scabra*, *A. atrovirens* y *O. rastrera* con 12.0, 1.6 y 1.33 veces más que las mismas plantas sin abono, respectivamente. León *et al.* (2009) encontraron 4.0 y 1.25 veces más para *A. scabra* y *A. atrovirens*, mientras que para León *et al.* (2013; 2015) la especie mejor fue *P. glandulosa* con 4.0 y 5.0 veces más, respectivamente, que las que no recibieron abono.

Estadística Comparativa.- Existió significancia ($P \leq 0.05$) para la orientación NE en cobertura aérea en el invierno, mientras que en primavera y verano hubo significancia ($P \leq 0.05$) para cobertura aérea y crecimiento en la NE y, en el otoño también para fitomasa aérea, además de cobertura y crecimiento en la misma orientación NE. **Sobrevivencia.-** La orientación NE registró la mayor sobrevivencia con 15.71% y *A. atrovirens* con 60% y *O. rastrera* con 40% fueron las especies mejores. León *et al.* (2015) coinciden con esta orientación con 42.85% y, con las mismas especies, con 100 y 80% de sobrevivencia, respectivamente. Ningún arbusto del género *Atriplex* sobrevivió en esta investigación.

Conclusiones

Larrea tridentata, como nodirza, es mejor que el testigo para establecer arbustos bajo su dosel. Para crecimiento la orientación mejor fue la NE y el otoño la mejor estación; *A. atrovirens* y *O. rastrera* fueron las especies sobresalientes. En cobertura aérea la SE y la NE registraron los valores mayores y las especies mejores fueron *A. atrovirens* y *O. rastrera*. Las orientaciones con resultados mejores para fitomasa aérea fueron la NO y la NE, con *A. atrovirens* y *O. rastrera* como las superiores. En sobrevivencia todas las orientaciones superaron al testigo y las mejores fueron la NE y la NO, con *A. atrovirens* y *O. rastrera* como las sobresalientes. Hubo mayor sobrevivencia de las especies con abono de borrego, que las que no lo recibieron; *A. scabra*, *A. atrovirens* y *O. rastrera* fueron las que reaccionaron mejor al abono.

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.
- Leon G., L.L. de, M. Mellado B., J.R. Reynaga V., L. Perez 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-INTAAAMPN. 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. 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., A. Ramos P. y J. Cabrera H. 2011 b. 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. 2º 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.

PRODUCCIÓN DE GLOMALINA Y SU CORRELACIÓN CON LA BIODIVERSIDAD DE VEGETACIÓN EN PASTIZALES

GLOMALIN PRODUCTION AND ITS CORRELATION WITH GRASSLAND VEGETATION BIODIVERSITY.

Pavel Francisco Espino¹, J Natividad Gurrola¹, José Luis Hernández², Jesús Gerardo García², Isaías Cháirez¹

¹INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional - Unidad Durango, Departamento de Entomología. Calle Sigma 119. Fracc. 20 Noviembre II, 34220, Durango, Dgo., México. ²INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL. Centro de Biotecnología Genómica, Laboratorio de Biotecnología Experimental, Boulevard del Maestro s/n. Col Narciso Mendoza, 88710, Reynosa, Tamps, México. Contacto: natigre@hotmail.com.

Resumen

La glomalina es una glicoproteína producida por hongos micorrízicos arbusculares, se caracteriza por su termoresistencia y recalcitrancia, por lo que se ha sugerido como secuestrante de carbono atmosférico en los suelos. Los pastizales son un ecosistema con alta relevancia para el ser humano, así que se planteó analizar la producción de glomalina y correlacionarlo con los índices de diversidad de los mismos, y observar si pueden ser predictores de las cantidades de glomalina presente en los suelos. Se analizaron 117 muestras de suelo de 15 sitios diferentes en la región de los valles del estado de Durango. La glomalina fue extraída y cuantificada por la metodología sugerida por Sara Wright. Se obtuvieron valores de glomalina de fácil extracción de 1.14 (0.09, error estándar) hasta los 3.92 (0.21) mg g⁻¹, y de glomalina de difícil extracción de 3.84(0.38) hasta los 16.96 (1.43) mg g⁻¹. Los índices de biodiversidad fueron obtenidos de cuadros anidados y líneas Canfield sugeridas por Cox. Se encontraron dominancias de 0.06 hasta 0.27 (Simpson), equitatividades de 0.56 hasta 0.89 (Shannon-Wiener) y una diversidad alfa que iba de 4.81 hasta 9.53 (Margalef). De las correlaciones simples obtenidas ninguna fue significativa ($p < 0.05$), con excepción del índice de Margalef con un valor de $r = 0.11$ en contra de Glomalina de fácil extracción y de $r = 0.13$ en contra de Glomalina de difícil extracción. Los índices de diversidad de pastizales son inadecuados para predecir las cantidades de glomalina, con excepción del índice Margalef, pero al ser valores bajos solo es un indicio. **Palabras clave: Glomalina, Pastizales, Biodiversidad, Vegetación. Abstract**

Glomalin is a glycoprotein produced by arbuscular mycorrhizal fungi, characterized by its thermoresistance and recalcitrance, so it has been suggested as sequestering atmospheric carbon in the soil. Grasslands are an ecosystem with high relevance for humans, so it was decided to analyze the production of glomalin and correlate it with the diversity indexes of them and to observe if they can be predictors of the amounts of glomalin present in soils. 117 soil samples from 15 different sites in the region de los valles del estado de Durango were analyzed. Glomalin was extracted and quantified by the methodology suggested by Sara Wright. We obtained easily extracted glomalin values of 1.14 (0.09, standard error) to 3.92 (0.21) mg g⁻¹ and 3.84 (0.38) to 16.96 (1.43) mg g⁻¹. Biodiversity indices were obtained from nested quadrants and Canfield lines suggested by Cox. Dominances from 0.06 to 0.27 (Simpson) were found, equities from 0.56 to 0.89 (Shannon-Wiener) and an alpha diversity ranging from 4.81 to 9.53 (Margalef). Of the simple correlations obtained none were significant ($p < 0.05$), except for the Margalef index with a value of $r = 0.11$ against easily extracted glomalin and $r = 0.13$ against difficult extracted glomalin. Grassland diversity indices are inadequate to predict the amounts of glomalin, except for the Margalef index, but being low values is only an indication.

Key words: Glomalin, Grassland, Biodiversity, Vegetation.

Introducción

La glomalina es una glicoproteína, termoresistente, insoluble al agua, forma parte de la fracción de ácido fúlvico de los suelos y es producida por los hongos micorrízicos arbusculares, en los cuales forma parte de la pared de las hifas y sus esporas. (Wright y Upadhyaya, 1996; Rillig, 2004; Driver et al., 2005; Gadkar y Rillig, 2006; Nichols, 2010). Se estima que la cantidad de C y N de la glomalina representa de un 4 hasta 5% del total presente en los suelos más conservados (Rillig et al., 2001b; Lovelock et al., 2004b; Treseder et al., 2004). La glomalina presenta un papel fundamental en el secuestro de carbono atmosférico (Treseder y Allen, 2000), esto es debido a sus propiedades de ser recalcitrante y a su forma producción, ya que, al ser producida con carbono proveniente de la fotosíntesis (Nichols, 2010) y a que su vida útil es de 6 a 42 años en los suelos (Rillig et al., 2001b), dan pie a que estas cualidades creen un sumidero de carbono de más lenta

descomposición comparado con otras fuentes de carbono en los suelos, con lo que aumenta su captación y la estancia del CO₂ en los suelos. Variables tales como el aumento de CO₂ en la atmosfera también tienen un impacto positivo en la producción de glomalina y su acumulación en los suelos (Rillig *et al.*, 1999; Wright *et al.*, 2000; Rillig *et al.*, 2001a), por tanto, esto indica que una mayor producción de glomalina traería los beneficios de la secuestación de carbono y el mejoramiento de suelos. Teniendo eso en cuenta el monitoreo de la producción de glomalina en base a indicadores sólidos significarían la capacidad de predecir, controlar, aumentar la captación de carbono y mejorar la calidad de los suelos. Es por ello por lo que el objetivo del trabajo es analizar si los índices de biodiversidad de los pastizales pueden servir como indicadores de la producción de glomalina, y así poder indagar más sobre el fenómeno.

Materiales y Métodos Área

de estudio.

El trabajo se llevó a cabo en la región de los valles del estado de Durango, que son las planicies a 1800 a 2100 msnm localizadas en los municipios de Canatlán, Durango, Guadalupe Victoria, Nombre de Dios, Panuco de Coronado, Vicente Guerrero y Villa Unión.

Sitios de estudio.

En el Cuadro 1 se muestran los sitios y sus coordenadas.

Muestreo de suelos.

Se utilizó la NOM-021-SEMARNAT-2000 y se tomaron muestras de suelos cercanas a las raíces de los pastos *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula* y *Chloris virgata* por triplicado del horizonte A (5- 30 cm); cada una de las muestras fueron seleccionadas de manera aleatoria en cada sitio de estudio. Las muestras de suelos fueron secados a la sombra por 72hr, y pasados por un tamiz de 2mm, y almacenados en bolsas de plástico Ziploc® a 4°C hasta su utilización.

Cuadro 1.- Sitios de estudio

Sitio	Coordenadas UTM 13N	Abreviación	
Aguilera	532115 O - 2701542 N	Agui	
Antonio Amaro – Agostadero	601345 O - 2687259 N	AM-A	
Antonio Amaro - sección B	600858 O - 2686427 N	AM-B	
Carretera Antonio Amaro - Villa Unión	596777 O - 2663104 N	AM-VU	
Biopapel	559190 O - 2655398 N	Bio	
Carretera Durango - Nombre de Dios	567290 O - 2645549 N	CDgo-ND	
Francisco Javier Mina	553314 O - 2709412 N	Javi	
Carretera Nombre de Dios -Villa Unión- Basurero	588024 O - 2649849 N	ND-VU-B	
Carretera Nombre de Dios - Villa Unión- Estación Poanas		ND-VU-EP	588592
			O -
Carretera Nuevo Ideal – Canatlán	515716 O - 2727728 N	NI-Ca	2644798
Nicolás Bravo	530027 O - 2693709 N	Nico	N
Panuco de Coronado	564539 O - 2704391 N	Panu	
Termoeléctrica	552676 O - 2678997 N	Termo	
Tuitan	575325 O - 2657823 N	Tuitan	
Vicente Guerrero	605464 O - 2621858 N	VG	

Extracción de glomalina.

Para la obtención de la glomalina de fácil extracción (GFE) y difícil extracción (GDE) se llevó a cabo con la metodología sugerida por Wright *et al.*, (1998). La GFE se extrajo de 1 g de muestra de suelo, agregando 8 ml de citrato de sodio a 20mM, pH 7.0, a 121°C por 30 min en autoclave, la muestra se centrifugó a 3200 rpm por 25 min y se recuperó el sobrenadante. La GDE se extrae con de 1 g muestra de suelo, más 8 ml de citrato de sodio a 50mM, pH 8.0, a 121°C por 90 min en autoclave, la muestra se centrifugó a 3200 rpm por 25 min y se recupera el sobrenadante, para la GDE se requieren múltiples ciclos extracción hasta que la solución de la muestra tenga un característico color pajizo. Para medir la cantidad de proteína presente en los sobrenadantes se realizó un ensayo de Bradford (Bradford, 1976) con el uso de suero de albumina bovina (BSA) como estándar, la proteína es cuantificada por miligramo de proteína por gramo de suelo (mg g^{-1}).

Índices de Biodiversidad.

Para la medición de las variables de vegetación, en los sitios de estudio se determinó el área mínima de muestreo, para ello se utilizó el método de puntos anidados, la cual se obtiene la gráfica del número de especies-área (Flores y Álvarez, 2011). Teniendo esta información se caracterizó con el método de análisis de intercepción de líneas [Líneas de Canfield] (Cox,1990). Con los datos obtenidos de las líneas de Canfield se calcularon los índices de equidad: Shannon-Wiener (SW, J), Simpson (V) y Pielou (D), los índices de dominancia: Simpson (S, N_2 , C) y riqueza específica: Margalef (M). (Moreno, 2001; Cox, 1990). Se utilizaron dos datos para calcular los índices, los porcentajes de la cobertura basal de las especies (SW, J, D y S) y los individuos por especie en cada sitio (SW', J', J'D, S', C, N_2 y M). El índice Shannon-Wiener (SW, SW') se calculó con el logaritmo natural. Análisis Estadístico.

Se analizó la correlación simple de las variables de Glomalina de fácil y difícil extracción contra todos los índices de biodiversidad obtenidos (Corr procedure, SAS Institute 8.0, Cary, NC, USA).

Resultados y Discusión

En el cuadro 2 se observan los valores de GFE y GDE, en el cual los valores entre los sitios son claramente diferentes entre si, por ejemplo, CDgo-ND muestra los valores más bajos en GFE mientras que NI-Ca tiene un valor 3 veces más grande. Estos valores de GFE son similares al rango 0.71 a 2.80 mg g^{-1} de Nichols y Wright (2005) y de Lutgen *et al.* (2003) en pastizales y matorrales de estados unidos. Por otra parte, la GDE son más similares al estudio de Lovelock *et al.*, (2004a), que se realizó en un bosque tropical de costa rica, donde se observó una media de 6.25 mg g^{-1} y un rango de 1.27 a 19.84 mg g^{-1} , siendo estos valores similares a los observados.

Cuadro 2.- Medias de GFE y GDE en los sitios de estudio.

Sitio	GFE (mg g^{-1})	GDE (mg g^{-1})	n
NI-Ca	3.92 (0.21)	16.96 (1.43)	27
Nico	3.50 (0.28)	5.87 (0.40)	27
AM-VU	2.92 (0.35)	6.90 (0.78)	27
Javi	2.87 (0.17)	8.23 (0.70)	27
Bio	2.60 (0.20)	7.68 (0.56)	27
Agui	2.49 (0.19)	8.76 (0.60)	27
AM-A	2.26 (0.22)	14.09 (1.42)	18
Termo	2.22 (0.14)	9.79 (1.33)	27
Panu	2.12 (0.18)	7.27 (0.60)	27
ND-VU-B	1.90 (0.14)	6.08 (0.69)	18

Tuitan	1.88 (0.16)	5.51 (0.44)	27
AM-B	1.77 (0.21)	8.07 (1.09)	9
ND-VU-EP	1.59 (0.16)	3.84 (0.38)	9
VG	1.20 (0.07)	9.51 (0.56)	27
CDgo-ND	<u>1.14 (0.09)</u>	<u>4.42 (0.46)</u>	<u>27</u>

Error estándar entre paréntesis.

En cuanto a los índices de diversidad (Cuadro 3) se observa una similitud entre los sitios, aunque hay que analizarlos con detalle. Los índices SW, SW' y D solo nos pueden mostrar que un número más grandes sugieren una mayor equidad. El índice J y V por otra parte, calcula que tan equitativo es en proporción es a su estado ideal, adquiriendo valores de 0 a 1, en el cual, mientras más equitativo sea, más cercano al 1 será su valor respectivo (Cox, 1990). Con ese ajuste se observa que sitios como ND-VU-EP (SW=1.69) que tiene un valor más bajo que Termo (SW=1.77), pero, es proporcionalmente mayor ND-VU-EP (J=0.64) en comparación a su estado ideal más homogéneo que Termo (J=0.56). Se observa además que los valores son correspondientes independientemente del tipo de dato utilizado (proporción de área basal o su respectiva cantidad de individuos de cada especie). Siendo el Índice J el que más información refleja en cuanto a Equidad.

Cuadro 3.- Índices de Equidad, Dominancia y Riqueza específica

Sitio	SW	J	SW'	J'	D	JD	V	S	S'	C	N ₂	#sp	n	M		
Agui			2.31	0.69	2.89	0.86	2.57	0.76	0.36	0.18	0.08	0.08	13.04	34	143	6.65
AM-A	2.34	0.76	2.53	0.82	2.23	0.72	0.38	0.15	0.11	0.11		9.29	40	210	7.29	
AM-B			2.39	0.77	2.57	0.83	2.31	0.75	0.39	0.12	0.11	0.10	10.12	40	149	7.79
AM-VU			2.80	0.81	3.02	0.87	2.87	0.83	0.42	0.09	0.06	0.06	17.61	49	154	9.53
Bio	2.11	0.69	2.39	0.79	1.99	0.65	0.30	0.19	0.14	0.14		7.31	41	152	7.96	
CDgo-ND			2.87	0.85	2.86	0.85	2.48	0.74	0.33	0.07	0.09	0.08	11.89	30	144	5.84
Javi			2.98	0.88	3.17	0.93	3.15	0.93	0.59	0.07	0.05	0.04	23.26	47	137	9.35
ND-VU-B	2.30	0.70	2.46	0.75	2.04	0.62	0.24	0.16	0.14	0.13		7.69	35	178	6.56	
ND-VU-EP	1.69	0.64	1.99	0.75	1.50	0.57	0.28	0.32	0.23	0.22		4.50	35	127	7.02	
Ni-Ca			2.34	0.72	2.70	0.83	2.31	0.71	0.33	0.18	0.11	0.10	10.03	39	181	7.31
Nico			2.36	0.76	2.64	0.85	2.49	0.81	0.48	0.14	0.09	0.08	12.06	31	174	5.82
Panu	2.39	0.75	2.60	0.82	2.28	0.72	0.36	0.14	0.11	0.10		9.79	26	181	4.81	
Termo	1.77	0.56	2.36	0.75	1.93	0.62	0.25	0.27	0.15	0.14		6.92	33	135	6.52	
Tuitan			2.24	0.68	2.74	0.83	2.51	0.76	0.37	0.20	0.09	0.08	12.35	36	150	6.99
VG			3.07	0.89	3.16	0.91	3.08	0.89	0.48	0.06	0.05	0.05	21.81	39	114	8.02

En el Cuadro 3 el índice Simpson (S, S' y C) muestran una proporción de que tan dominado esta un sitio por una especie en particular, el valor debe ir de 0 a 1, y mientras mayor cercano a 1 más dominancia habrá en ese sitio (Cox, 1990), aquí se observa que sitios como Termo (0.27) y NDVU-EP (0.32) son los que mayores valores tienen. Siendo esto correspondiente con los índices anteriores, Javi (0.07) y VG (0.06) al mostrar los datos más pequeños reflejan que son los que menos dominancia tienen, en cuanto a la proporción de que tan dominante es un sitio el índice C sigue manteniendo las tendencias donde ND-VU-EP (C=0.22) y Termo (C=0.14) son los más dominantes, aunque los valores decrecen considerablemente en C.

N₂ por otra parte indica el número de parejas de vegetación escogidas al azar necesarias para que se repitan las especies, con lo que indica números menores son más dominantes (Cox, 1990). El índice Margalef es construido con el número de especies muestreadas y el número de individuos censados, y tiene la debilidad de que un mal censo subestimara el valor real de la diversidad alfa. La interpretación es sencilla un número alto representa mayor diversidad. De manera general todos los sitios muestran similitud entre el número de especies hay un rango de 26 hasta 49 especies diferentes, concordando así con el estudio de Gurrola y Chairez, (2005) se encuentra información referente a la cantidad de especies encontradas en sitios de estudio similares dentro de la misma región, donde registraron de 8 a 22 especies diferentes en sus 5 sitios de estudio. En comparación, de manera generalizada se detectaron más especies en los sitios de este trabajo, que, en Gurrola y Chairez, (2005). Todos los índices anteriores tienen la debilidad de que no se pueden comparar con otros estudios debido a la composición florística única de los sitios de muestreo (resultados no mostrados), ya que cualitativamente no estaríamos hablando de elementos iguales, ya que cada especie vegetal tiene un valor diferente en los ecosistemas.

Cuadro 4.-Correlaciones simples de Glomalinas contra Índices de Biodiversidad.

	SW	SW'	D	J	J'	JD	S	S'	C	N2	V	M
GFE	-0.06	0.01	-0.02	-0.07	0.01	-0.03	0.07	-0.01	0.00	-0.03	-0.03	0.11
GDE	-0.11	-0.02	0.01	-0.10	0.04	0.05	0.08	-0.04	-0.04	-0.02	0.12	0.13

Observaciones en negritas son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

De las correlaciones simples obtenidas en el Cuadro 4 ninguna fue significativa ($p < 0.05$), con excepción del índice de Margalef con un valor de $r = 0.11$ en contra de GFE y de $r = 0.13$ en contra de GDE. Esto podría verse explicado debido a la composición florística, ya que no es lo mismo un pastizal dominado por *Bouteloua Curtipendula* que por *Chloris Virgata*. Ya que la dominancia y la heterogeneidad son cualidades que se miden de manera indistinta de la planta, con lo que dominancias similares no necesariamente significaran que sea dominante la misma planta. Dando, así como resultado que los índices de equidad y dominancia sean inadecuados para predecir las cantidades de glomalina. Sin embargo, el índice Margalef es diferente y concuerda con lo observado por Burrows (2014), en la que modifico la riqueza de las especies en sus unidades experimentales encontrando múltiples correlaciones que iban de $r = 0.30$ hasta $r = 0.37$ con significancias de $p < 0.01$, y, aunque se replicaron los resultados en este estudio, el poder de predicción es bajo, dando, así como resultado que la riqueza vegetal es solo un indicio, y sin poder explicativo del porqué se genera esa causalidad.

Literatura Citada

- Burrows, R.L. 2014. Glomalin Production and Infectivity of Arbuscular-Mycorrhizal Fungi in Response to Grassland Plant Diversity. *American Journal of Plant Sciences* 5:103-111.
- Cox, G.W. 1990. *Laboratory Manual of General Ecology*, (6ta ed). Dubuque, Iowa, USA: Wm. C. Brown Publishers.
- Driver, J.D., W.E., Holben y M.C., Rillig. 2005. Characterization of glomalin as a hyphal wall component of arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology & Biochemistry*. 37 1:101-106.
- Flores, S. y A.S., J. 2011. Flora y Vegetación. En: *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. Bautista, F. (Ed.). 2ª. Edición. CIGA, Instituto de Geografía, UNAM. pp. 389-414.
- Gadkar, V. y M.C., Rillig. 2006. The arbuscular mycorrhizal fungal protein glomalin is a putative homolog of heat shock protein 60. *FEMS Microbiol. Lett.* 263 1:93-101.
- Gurrola, R J.N. y H.I., Chairez. 2005. Evaluación de indicadores para el monitoreo de la salud de agostaderos de los valles del estado de Durango. Recuperado de: sappi.ipn.mx/cgpi/archivos_anexo/20070052_5303.pdf



- Lovelock, C.E., S.F., Wright y K.A., Nichols. 2004a. Using glomalin as an indicator for arbuscular mycorrhizal hyphal growth: an example from a tropical rain forest soil. *Soil Biology & Biochemistry*. 36 6: 1009-1012.
- Lovelock, C.E., S.F., Wright, D.A., Clark y R.W., Ruess. 2004b. Soil stocks of glomalin produced by arbuscular mycorrhizal fungi across a tropical rain forest landscape. *Journal of Ecology*. 92 2: 278-287.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Nichols, K.A. 2010. Glomalin production and accumulation in soilless pot cultures. *Can. J. Soil Sci.* 90 4:567-570.
- Rillig, M.C., S.F., Wright, M.F., Allen y C.B., Field. 1999. Rise in carbon dioxide changes soil structure. *Nature*. 400 6745 :628.
- Rillig, M.C., S.F., Wright, B.A., Kimball, P.J., Pinter, G.W., Wall, M.J., Ottman, y S.W., Leavitt. 2001a. Elevated carbon dioxide and irrigation effects on water stable aggregates in a sorghum field: a possible role for arbuscular mycorrhizal fungi. *Global Change Biology*. 7 3: 333-337.
- Rillig, M.C., S.F., Wright, K.A., Nichols, W.F., Schimdt y M.S., Torn. 2001b. Large contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to soil carbon pools in tropical forest soil. *Plant and Soil*. 233 2: 167-177.
- Rillig, M.C. 2004. Arbuscular mycorrhizae, glomalin, and soil aggregation. *Can. J. Soil. Sci.* 84 4:355-363.
- Treseder, K.K. y M.F., Allen. 2000. Mycorrhizal fungi have a potential role in soil carbon storage under elevated CO₂ and nitrogen deposition. *New Phytol.* 1471: 189-200.
- Treseder, K.K., M.C., Mack y A., Cross. 2004. Relationships among fires, fungi, and soil dynamics in Alaskan boreal forests. *Ecological Applications*. 14 6:1826-1838.
- Wright, S.F. y A. Upadhyaya. 1996. Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein of arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Science*. 161 9: 575-586.
- Wright, S. F., A., Upadhyaya, y J.S., Buyer. 1998. Comparison of N-linked oligosaccharides of glomalin from arbuscular mycorrhizal fungi and soils by capillary electrophoresis. *Soil Biol. Biochem.* 30 13: 1853-1857.
- Wright, S.F., M.C., Rillig y K.A., Nichols. 2000. Glomalin: a soil protein important in carbon sequestration. En proceedings of American chemical society annual meeting symposium. pp.721-725. Recuperado de: https://web.anl.gov/PCS/acsfuel/preprint%20archive/Files/45_4_WASHINGTON%20DC_08-00_0721.pdf

PERFIL BROMATOLOGICO Y NUTRICIONAL DE LA MARIOLA (*Parthenium incanum*) EN REGIONES SEMIÁRIDAS DE ZACATECAS, MEXICO

BROMATOLOGICAL AND NUTRITIONAL PROFILE OF MARIOLA (*Parthenium incanum*) AT SEMIARID REGIONS IN ZACATECAS, MEXICO.

Daniel García Cervantes¹, Héctor Gutiérrez-Bañuelos^{1*}, Ricardo A. Sánchez Gutiérrez², Alberto Muro Reyes¹, Miguel Servín Palestina², Francisco J. Gutiérrez Piña¹, Alejandro Espinoza Canales¹.

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México.

*Correspondencia hgutierrez@uaz.edu.mx ²Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, CP 98500 Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. ³Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue caracterizar bromatológica y nutricionalmente la mariola (*Parthenium incanum*) en regiones semiáridas del estado de Zacatecas. La toma de muestras se realizó en el otoño, invierno y verano, y comprendió 20 muestreos aleatorios por estación (60 en total) en una superficie de 40 ha en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas. Se realizó la caracterización bromatológica usando técnicas del AOAC y nutricional usando ecuaciones del NRC. Mediante el SAS se realizó una comparación de medias entre las variables usando como factor principal la época del año. La proteína cruda (%PC, MS) promedió 15.8, 8.2, y 11.5 para otoño, invierno y verano, siendo diferentes estadísticamente ($P < 0.05$). La fibra detergente neutra (%FDN, MS) fue diferente ($P < 0.05$) promediando 45.8, 53.3, y 51.0% respectivamente para otoño, invierno y verano. La energía neta de mantenimiento (ENm, Mcal) fue de 0.63 y 0.60 para otoño y verano, siendo iguales entre si pero diferentes a invierno 0.53. Se concluye que durante el otoño se presentan los mayores niveles de proteína, dando valores para moderadas tasas de ganancia y durante el invierno y verano satisface requerimientos de mantenimiento y bajas tasas de ganancia.

Palabras clave: Forraje, mariola, proteína, energía.

Abstract

The objective of this experiment was the nutritional and bromatological evaluation of Mariola (*Parthenium incanum*) in semiarid regions at Zacatecas state. Samples were collected in autumn, winter and summer, twenty random samples were taken for each season (60 in total) within 40 ha in Villa de Cos, Zacatecas state. Bromatological characterization was done using AOAC and nutritional profile was obtained using NRC equations. Statistical analysis was performed by SAS using least square means. Crude protein (%) differed ($P < 0.05$) within seasons, averaging 15.8, 8.2, and 11.5 for autumn, winter and summer respectively. Neutral detergent fiber was different ($p < 0.05$) averaging 45.8, 53.3 and 51.0 respectively for autumn, winter and summer. Net energy for maintenance (NEm, Mcal) was 0.63 and 0.60 for autumn and summer being equals, but both different to winter 0.53. It is concluded that protein accomplish nutrient requirements for maintenance and moderate growth during autumn, and maintenance and low gain growth during winter and summer.

Key words: Forage, Mariola, protein, energy.

Introducción

La Mariola, es una especie nativa de México, de la familia Asteraceae, crece en suelos calcáreos, arenosos, y en laderas requiere suelos bien drenados. Tiene una altura de menos de un metro, las hojas son verde grisáceas. Las hojas de 1.5 a 6 cm de largo, pinatífidas o profundamente lobulares. La inflorescencia son panículas corimbosas agrupadas en las partes terminales de las ramas. Las flores son pequeñas, de color blanco; las externas son fértiles mientras que las internas o del disco son estériles. El fruto es pequeño aplanado con dos aristas divergentes. Florece de junio a octubre (Melgocha et al., 2003). Cuenta con una producción esperada de 0.384 gramos/planta/año. Es una especie de fácil establecimiento vía trasplante, en forma natural se reproduce con facilidad formando manchones compactos. Es perenne típica de los desiertos debido a su tolerancia extrema de la sequía, se puede utilizar para el control de la erosión en cárcavas.

Las arbustivas forrajeras suministran alimento al ganado de acuerdo a las necesidades que este presenta, incrementan la disponibilidad de alimentación en época de verano, aumenta la productividad vegetal y animal, asegura la sostenibilidad a través de la intensificación apropiada en el uso de la tierra, y produce alimento para el ganado bovino como suplemento alimenticio (Palomo et al., 1980). La Mariola presenta tolerancia a la sequía extrema, y el requisito de pleno sol, puede ser utilizada para el control de la erosión. La precipitación media anual varía de 300 mm en el norte del estado hasta más de 800 en los cañones (Medina et al., 2001). En los ecosistemas áridos del mundo, las especies arbustivas ofrecen una gran variedad de recursos que es posible explotar (Cook., 1971; Dietz., 1971; Everist., 1971; Houston et al., 1981; Holechek, 1984), siendo el aprovechamiento de las especies forrajeras uno de los más importantes para la producción animal. La alimentación de los animales se basa en el forraje pastoreado en los pastizales naturales. La escasa precipitación pluvial, concentrada en los meses de verano, ocasiona que la productividad de los pastizales sea marcadamente estacional, lo cual origina que la calidad y disponibilidad de forraje sean altas en los meses de verano y otoño, y bajas el resto del año. En estas condiciones, las cabras experimentan estados de alimentación deficiente en los períodos de estiaje de invierno y primavera (Echavarría et al., 2006), lo que se refleja en pérdidas de peso, pobre desempeño reproductivo y baja producción general (Castillo et al., 1989; Morlán et al., 2005; Olhagaray, 2005). Para mantener una producción sostenida se requiere de alimentos de bajo costo y fácil adquisición para suplementar al ganado en la época de estiaje

Materiales y Métodos

Diseño experimental

El experimento se realizó en un predio ubicado en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas a 23° 36' 23.26" N y 102° 10' 25.49" O, con elevación sobre el nivel del mar de 2013 m. El diseño fue completamente al azar. En un potrero de 40 h, se procedió a muestrear aleatoriamente mariola (*Parthenium incanum*). Los muestreos se realizaron en otoño (18 de octubre del año 2012), invierno (18 de enero) y verano (el 26 de julio del 2013), 20 muestreos por estación del año para un total de 60.

Caracterización bromatológica y nutricional

Las muestras se deshidrataron a 60°C durante 48h y se molieron en molino con criba de 1mm. A las muestras se les determinó la cantidad de cenizas (Ash) incinerando las muestras a 550°C por 4 h, y por diferencia entre la materia seca (MS) y la ceniza se obtuvo la materia orgánica (MO). Las Fibras Neutro (FND) y Ácido detergentes (FAD) fueron analizadas de forma secuencial mediante el Ankom200 (Ankom Technology). La hemicelulosa (HEM) fue obtenida entre la diferencia de FND y FAD. La proteína cruda (PC) fue obtenida mediante la determinación del N total por análisis de combustión (Leco FP-428, Leco Corporation, St. Joseph, MI) y multiplicado por el factor de corrección 6.25. Los cálculos de energía fueron realizados mediante las ecuaciones donde la energía neta de lactancia (ENI) y la energía neta de mantenimiento (ENm) fueron calculadas usando la ecuación $1.037-0.0124 \cdot \text{FAD}$ y la energía neta de ganancia (ENg) como $(2.54(2.42/(\text{ENm} \cdot 2.2)))/2.2$. Los nutrientes digestibles totales fueron obtenidos mediante $8+86 \cdot \text{ENI}$. El consumo en materia seca en base al porcentaje de peso corporal (DMI, % BW) fue calculado como $120/(\% \text{NDF})$. La digestibilidad de la materia seca (DDM, %DM) fue determinada como $88.9.779 \cdot (\text{FAD})$ (Moore y Undersander, 2002).

Análisis estadístico

Mediante un análisis de medias repetidas (Analysis of Repeated Measures Data), se obtuvieron comparaciones de medias mínimas cuadráticas, usando como efecto principal la estación del año (otoño, invierno y verano), además se empleó la prueba de poder Tukey ($P < 0.05$) para asegurar las diferencias, lo anterior usando PROC MIXED de SAS (v 9.01). **Resultados y Discusión**

Cuadro 1. Análisis de calidad de Mariola durante tres estaciones del año.

Estación del año	MS %		CENIZAS %MS		PC %MS		FND %MS		FAD %MS	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Otoño	82.0	97.5	9.95	23.9	12.2	21.6	33.0	63.6	26.1	35.4
Invierno	57.8	69.5	4.8	34.8	4.9	10.1	9.7	69.6	5.4	51.0
Verano	43.7	79.9	8.11	45.0	6.93	16.0	43.3	57.1	28.9	44.5
Desviación estándar	15.3		8.73		3.69		9.42		7.43	
Error estándar	5.87		1.9		0.34		2.22		1.38	

Cuadro 2. Caracterización bromatológica, nutricional y forrajera de Mariola (*Parthenium incanum*) en regiones semiáridas del estado de Zacatecas.

Variable	Otoño	Invierno	Verano	EEM	P
MS, %	93.8 ^a	65.0 ^b	63.2 ^b	1.35	<0.001
Cenizas	15.8 ^a	8.4 ^b	19.5 ^a	1.67	<0.001
PC	15.8 ^a	8.2 ^b	11.5 ^c	0.43	<0.001
FND	45.8 ^a	53.3 ^b	51.0 ^{ab}	2.00	<0.001
FDA	32.5 ^a	40.9 ^b	35.4 ^a	1.48	<0.001
ENm	0.63 ^a	0.53 ^b	0.60 ^a	0.02	<0.001

ENG	0.36 ^a	0.17 ^b	0.31 ^a	0.03	<0.001
TND	62.5 ^a	53.7 ^b	59.4 ^a	1.58	<0.001

^{abc}Valores con diferente literal en las filas en cada variable difieren usando como prueba de poder Tukey ($P < 0.05$).

En un estudio realizado por la universidad Antonio Narro en el ejido Tanque de Emergencia encontraron que la Mariola (*Parthenium incanum*) obtuvo una producción de 355.6 kg de MS/Ha, al aplicar cargas animal moderada y alta; se observó que, la producción de forraje disminuye en un 37% con la carga alta (Jama, 2003). En el presente estudio el mayor porcentaje de materia seca se presentó en el otoño y el menor en verano promediando 97.55 y 43.77. Los resultados obtenidos en el análisis estadístico muestran que tanto para invierno como verano no existen diferencias significativas pero si en el otoño.

En cuanto a cenizas encontramos que la época con mayor porcentaje de cenizas y por consiguiente la menor en materia orgánica fue en verano y la menor de cenizas en invierno; en los resultados estadísticos tenemos que tanto otoño como verano no tienen diferencias significativas ($P > 0.05$; 15.8 y 19.5) y verano, con 8.4. La cantidad de cenizas nos muestra el porcentaje de minerales existente en la muestra.

La Mariola tiene una importancia forrajera muy preferida por bovinos, ovinos y caprinos. En la dieta de bovinos ha contribuido de un 8-22 %, con mayor consumo durante la floración. En caprinos su contribución ha variado de 22-26 %, con mayor participación durante la época seca. En ovinos, ha formado hasta el 38% de la dieta. El contenido de proteína en hojas ha variado de 11.7 a 20.3% (Melgocha *et al.*, 2003). En los resultados obtenidos tenemos que el porcentaje de proteína varía desde 4.98 y 21.61, siendo la más alta en otoño y la más baja en invierno; en los resultados estadísticos tenemos que las tres épocas son diferentes en cuanto al contenido de proteína teniendo 15.8 para el otoño, 8.2 para invierno y 11.5 para verano, en las tres épocas se tiene la proteína para mantenimiento. Los requerimientos de mantenimiento de PC de un bovino son de 7 a 8% y en los tres muestreos realizados, se satisface lo requerido por el ganado.

Beltrán (2012) señala que el porcentaje de FDN es de 55.73 y 53.60 de FDA, en los resultados obtenidos en el presente estudio se tienen FND (9.7 y 69.65) y FAD (5.45 y 51.06), tanto el porcentaje mayor como el menor se registraron en invierno ($P < 0.05$), para los dos tipos de fibras; en lo estadístico tenemos que la FND en otoño es igual que en verano este último es igual que invierno pero invierno diferente a otoño, si se tiene un bajo contenido de FND nos indica que el forraje es de mayor calidad. Un bajo contenido en FND y FAD permite buen consumo y alto contenido de energía.

Beltrán (2012) menciona un porcentaje de digestibilidad (57.41.), los resultados de este estudio muestra que para el otoño y verano los resultados son muy parecidos (63.6 y 61.3) y para invierno 57.1 siendo este último el más bajo.

Conclusiones

El valor nutricional de la Mariola se incrementa en otoño y verano disminuyendo paulatinamente en invierno. Durante las tres estaciones del año estudiadas se puede observar que tenemos energía

y proteína para cubrir los requerimientos de mantenimiento y ligeras a moderadas tasas de ganancia.

Literatura Citada

- Castillo, C.M., G.E. Aparicio, y M.J. Urrutia. 1989. Caracterización de la caprinocultura en cinco ejidos del municipio de Venado, S.L.P. En: Asociación Mexicana de Producción Caprina A.C., editor, Memorias de la V Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas, Zacatecas, México. p. 28-31.
- Cook CW (1971) Comparative nutritive values of forbs, grasses and shrubs. En McKell CM, Blaidell JP, Goodin JR (Eds.) Wildlands shrubs, their biology and utilization. General Technical Report INT-1. USDA Forest Service. Utah State University, Logan, Utah. EEUU. pp. 303- 310.
- Dietz D (1971) Nutritive value of shrubs. En McKell CM, Blaidell JP, Goodin JR (Eds.) Wildland Shrubs, their biology and utilization. General Technical Report INT-1. USDA Forest Service. Utah State University, Logan, Utah. EEUU. pp. 289- 302.
- Echavarría, C.F.G., L.R. Gutiérrez, R.R.I. Ledesma, V.R. Bañuelos, S.J.I. Aguilera, y P.A. Serna. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa. *Téc. Pec. Méx.* 44:203-217.
- Everist SL 1971 Continental Aspects of Shrubs. Distribution, Utilization and Potentials. Australia. En McKell CM, Blaidell JP, Goodin JR (Eds.) Wildland Shrubs, their biology and utilization. General Technical Report INT1. USDA Forest Service. Utah State University, Logan, Utah. EEUU. pp. 16-25.
- Holechek J 1984 Comparative Contribution of Grasses, Forbs and Scrubs to the Nutrition of Range Ungulates. *Rangelands* 6:6.
- Houston JE, Rector BS, Merrill L, Enghdl BS (1981) Nutritional Values of Range Plants in the Edwards Plateau Region of Texas. Texas Agricultural Experiment Station. Texas. EEUU. 16 p.
- Medina G.G., J.A. Ruiz C. y R. A. Martínez P. 1998. Los climas de México: Una estratificación ambiental basada en el componente climático. Libro técnico No.1. SAGAR-INIFAP. 104 p.
- Moore JE and Undersander J. Relative Forage Quality: An alternative to Relative Feed Value and Quality Index. *Proceeding 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, 2002.* pp 16-32.
- Morlán, C.A.A., T.J. De Lucas, y L.E. Valdez. 2005. Caracterización de sistemas de producción de pequeños rumiantes en Venado y Villa de Arista, San Luis Potosí. En: Asociación Mexicana de Producción Caprina A.C., editor, Memorias de la XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Culiacán, Sinaloa, México. p. 625-631.
- Olhagaray, C.O.R. 2005. Diagnóstico del segundo año del GGAVATT-INIFAP en el Ejido Juan E. García del municipio de Lerdo, Durango. En: Asociación Mexicana de Producción Caprina A.C., editor, Memorias de la XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Culiacán, Sinaloa., México. p. 615-624.
- Palomo S. J., R. G. Castro y F. Meléndez N.1980: Aprovechamiento del Guaje en pastoreo restringido, sobre la ganancia animal en praderas de pasto Estrella Africana. *Agricultura Tropical.* (C.S.A.T.) 25:226-231.

EFFECTO DEL PASTOREO ROTACIONAL EN LA VEGETACIÓN NATIVA Y GANANCIA DE PESO DE CAPRINOS EN PANUCO, ZACATECAS, MÉX. NATIVE VEGETATION MANAGEMENT TO THE SMALL RUMINANT PRODUCTION, IN THE MEXICAN RANGELANDS.

Ramón Gutiérrez¹, Miguel A. Velásquez², Ignacio Sánchez³, Sonia Gutiérrez⁴, Erica G. Hernández⁴, Alexa E. Gutiérrez⁴ y Daniel Rodríguez Tenorio⁵.

¹INIFAP-Campo Experimental Zacatecas, ²INIFAP-Campo Experimental Saltillo, ³CENID-RASPAINIFAP, ⁴Universidad de Guadalajara, ⁵Universidad Autónoma de Zacatecas.

Resumen

El estudio se llevó a cabo en áreas de pastizales donde la vegetación nativa dominante son arbustos con presencia de zacates banderilla, navajita y tres barbas. Los resultados mostraron que la cobertura del suelo vegetal bajo pastoreo continuo siempre fue menor que la rotación diferida, además el contenido de materia orgánica fue menor que el pastoreo controlado. Por otro lado, 59 especies se localizaron bajo rotación diferida de pastoreo en lugar de 27 en pastoreo continuo. La producción de forraje fue diferente ($P < 0.05$) entre los sistemas de pastoreo. El pastoreo rotacional mostró 700kg de materia seca más que el sistema de pastoreo continuo. Con respecto a la producción animal, los cabritos del sistema de pastoreo diferido mostraron en promedio 15,4 g de peso diario más que el sistema de pastoreo continuo. Las pérdidas de suelo fueron diferentes ($P < 0.05$) en ambos sistemas de pastoreo. Cuando se controló el pastoreo, las pérdidas de suelo fueron de 70 kg ha⁻¹, mientras que en pastoreo continuo fueron de 7000 kg ha⁻¹.

Palabras clave: Pastizal, sistemas de pastoreo, caprinos

ABSTRACT

The study was carried out in grassland areas where dominant native vegetation are shrubs with presence of sideoats grama, black grama and three beards. The results showed that the soil cover under continuous grazing was always lower than the deferred rotation, in addition the organic matter content was lower than the controlled grazing. On the other hand, 59 species were located under deferred rotation of grazing instead of 27 in continuous grazing. Forage production was different ($P < 0.05$) among grazing systems. Rotational grazing showed 700 kg of dry matter more than the continuous grazing system. With respect to animal production, the kids in the deferred grazing system showed on average 15.4 g of daily weight more than the continuous grazing system. Soil losses were different ($P < 0.05$) in both grazing systems. When grazing was controlled, soil losses were 70 kg ha⁻¹, while continuous grazing was 7000 kg ha⁻¹.

Keywords: Rangeland, grazing systems, goats.

Introducción

En México, las zonas áridas y semiáridas ocupan alrededor 95 millones de hectáreas (INEGI, 1991) equivalente al 66 % de la superficie nacional Medina *et al.*, (1998); 10 de 32 estados de la república mexicana se encuentran en esta condición ecológica y, es en dicha región donde se localiza al 64% de la población caprina del país. Esta condición ecológica se localiza en el centro norte de México, encontrándose el bioma más importante del norte de América, “El Desierto Chihuahuense” (COTECOCA, 1978).

La ganadería en México, se ha desarrollado durante décadas a través de un modelo extensivo con un fuerte impacto ecológico; siendo las más afectadas las áreas de pastizal, las cuales en general son sometidas a cargas animal superior a su capacidad. Los tiempos de uso y de descanso no son acordes a las necesidades de las plantas y no permiten que estas se recuperen después de la defoliación, trayendo como consecuencia un intenso deterioro de los recursos naturales.

Respecto a la distribución de ganado por condición ecológica, se encuentra establecido de la siguiente forma: los caprinos se distribuyen en las zonas áridas del país, donde prevalece la escasez de agua y déficit de forraje. En México, la explotación ganadera de pequeños rumiantes es muy dispersa y en general su producción se realiza de forma extensiva con el principal objetivo de servir de ahorro y aunque los productores entienden que deben realizar cambios en su forma de producción, continúan su forma tradicional de manejo, la cual se reconoce como producción extensiva.

En general el productor posee hatos pequeños que oscilan entre 20 y 50 vientres y no se aplica ningún nivel tecnológico (Nuncio *et al.*, 2002), siendo en este grupo donde los índices productivos son los más bajos.

En el sistema extensivo de producción de pequeños rumiantes, el uso del pastizal adolece de control respecto al uso de la vegetación nativa, ya que el ganado se encuentra todo el tiempo consumiendo las plantas. Aunado a ello, no existe división de potreros, con lo cual se permite al animal alta selectividad de especies vegetales, de ahí que el uso del agostadero es uno de los elementos que hacen posible la producción caprina en muchas partes de México.

Por otra parte, los sistemas de apacentamiento especializados han sido ampliamente considerados en la rehabilitación de tierras del pastizal. En 1998, en un estudio realizado por Holecheck *et al.*, mencionan que ha demostrado mejorar la condición del pastizal, permitiendo desde un modesto 10 hasta un 30% el incremento en la capacidad de carga animal.

La rotación del ganado, auxilia en que se utilicen las plantas sin causarles daño, además de brindarles un periodo amplio para su recuperación. Por otra parte, se fortalece la actividad microbiana, se aumenta la cobertura basal, se protege el suelo y se reduce la pérdida de agua (Beukes y Cowling, 2003).

Dentro de los sistemas de pastoreo el sistema de apacentamiento rotacional diferido, según Van y Lacey (1979), consiste en que se realice la rotación del pastoreo fuera de la estación de crecimiento.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en un predio excluido por 10 años en el Ejido Pánuco, de Pánuco, Zacatecas (22°55'-22°33' Norte; 102°27' - 102°33' Oeste).

La precipitación promedio anual es de 400 mm, los suelos del sitio de estudio corresponden a Litosoles eutricos. Según COTECOCA (1980), la vegetación predominante es matorral espinoso con especies representativas como: *Opuntia leucotricha*, *O. streptocantha*, *O. rastrera* y *O. hyptiacantha*; *Acacia farnesiana*, *Prosopis laevigata*, *Mimosa biuncifera* y *Dalea bicolor*, entre otras especies arbustivas. Dentro del estrato herbáceo predominan *Bouteloua curtipendula*, *Bou. gracilis*, *Aristida* spp, y *Lycurus phleoides*.

Se estableció un sistema de pastoreo rotacional en cuatro potreros con un hato de 50 cabras, la carga animal asignada fue de 1.5 ha/caprino/año.

La evaluación de la respuesta de la vegetación se realizó en cuatro épocas del año (primavera, verano, otoño e invierno) y se midieron los atributos de vegetación como:

- a) Cobertura basal a través de marco de puntos (20 agujas equidistantes a 5 cm) con 10 repeticiones por predio de 8 ha.
- b) La producción de materia seca se determinó utilizando un cuadrante de 1 m² dentro y fuera del área de pastoreo controlado respectivamente.

- c) Se realizó una colecta de la flora presente en el sitio tanto dentro como fuera de la zona controlada de pastoreo. Las especies colectadas fueron luego identificadas en el laboratorio de botánica de la Unidad Académica de Biología de la UAZ.

Por su parte, la ganancia de peso de los caprinos se determinó semanalmente hasta la edad de seis meses de los machos.

Resultados y Discusión

Cobertura basal

Se observó diferencia en la cobertura vegetal sobre el suelo en pastoreo rotacional de 57.43% contra 46.47 % en pastoreo continuo. La respuesta puede asociarse a que durante el tiempo de exclusión la cobertura se recuperó, además de que durante el tiempo de pastoreo la cobertura no fue afectada en gran medida por el uso controlado de la vegetación mediante el pastoreo. La respuesta observada coincide con lo reportado por Mellado *et al.*, (2003) quienes evaluaron dos niveles de carga animal reportando que la cobertura vegetal fue de 30.4% y 38.6% bajo apacentamiento pesado (1.5 ha/cabra y ligero 15 ha/cabra respectivamente).

Producción de materia seca

Esta variable fue altamente significativa, la diferencia entre sistemas de producción fue que en pastoreo rotacional diferido se registró una producción de 996.5 kg contra 280.8 kg de materia seca por hectárea en pastoreo extensivo (continuo). En términos de disponibilidad de materia seca, fue evidente el efecto positivo en el crecimiento vegetal, ya que, al permitirle nueve meses a la planta sin ser tocada por el animal, la resiliencia de las plantas fue notoria con respecto al uso continuo. Por épocas del año la diferencia fue igual de importante ya que en pastoreo rotacional en verano, otoño, invierno y primavera se obtuvo un rendimiento de 1799, 987, 723 y 450 kg ha⁻¹ respectivamente; mientras que en pastoreo extensivo (continuo) en las mismas épocas del año se determinó 403, 234, 239 y 274 kg ha⁻¹, respectivamente. Esta tendencia de mayor presencia de materia seca forrajera, en gran medida corresponde a que existió la oportunidad de que se acumulara forraje entre periodos de crecimiento, lo cual muestra que existe mayor potencial de sustento animal, con la salvedad de controlar la carga animal y tiempos de estancia.

Composición botánica

En relación a la composición botánica de la comunidad vegetal bajo apacentamiento rotacional (AR) y apacentamiento continuo (AC) se registraron 59 y 27 especies respectivamente. La familia con mayor número de especies registrada fue la Poacea (17 AR/6 AC), seguida de la familia Cactaceae (9 AR/4 AC) y por último la familia Fabaceae (7 AR/6 AC).

Producción animal

Respecto a la producción animal diaria en cabrito, considerando desde la fecha de nacimiento hasta su venta (6 meses de edad), se determinó que los animales bajo pastoreo rotacional diferido incrementaron diariamente 81.14 g mientras que en pastoreo extensivo fue de solo 65.72 g día⁻¹.

Conclusiones



El uso de sistemas de pastoreo controlado favorece a la estabilidad de ecosistemas, incrementa la cobertura sobre el suelo, la diversidad de flora y la ganancia de peso animal.

Literatura Citada

- Beukes P.C. and R. M. Cowling. 2003. Non-selective grazing impacts on soil-properties of the Nama Karoo. *J. of Range Manage.* 56:547-552.
- COTECOCA-SARH. 1986. 1972-1986. Monografías Estatales de Coeficientes de Agostadero. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México, D.F.
- Holecheck, J.L., R.D. Pieper and C.H. Herbel. 1998. *Range Management: Principles and Practices*. 3er. Edition. Edith. Prentice Hall Inc., USA.
- INEGI. 1991. XI Censo de población y vivienda, 1990, México, D.F.
- Van Poollen, Walt.H., and J.R. Lacey. 1979. Herbage response to grazing systems and stocking intensities. *J. Range Manage.* 32:250-253.
- Medina G.G., J.A.C. Ruiz, y R.A. P. Martínez. 1998. Los climas de México: Una estratificación ambiental basada en el componente climático. Libro Técnico No.1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. SAGAR.
- Mellado M., R. Valdez, L.M. Lara, and R. López. 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. *J. of Range Manage.* 56:167-173.
- Nuncio O. M. G., T. J. Nahed, H.B.M. Díaz, I.B. Salvatierra, A. M. Hernández, y A. F. Escobedo. 2002. Sistemas de producción ovina en Tabasco. *Acontecer Ovino-Caprino*. Vol. IV: 50-52. México.

VALOR NUTRICIONAL EN LA DIETA DE BOVINOS PASTOREANDO UN ÁREA INVADIDA POR PASTO ROSADO (*Melinis repens*) NUTRITIONAL VALUE IN THE DIET OF CATTLE GRAZING IN GRASSLAND INVADED BY NATAL GRASS (*Melinis repens*)

Obed Gabriel Gutiérrez Gutiérrez¹, Carlos Raúl Morales Nieto², Alicia Melgoza Castillo²

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

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el valor nutricional de la dieta de bovinos en pastoreo en un pastizal invadido por pasto rosado en el estado de Chihuahua. El estudio se realizó durante el periodo de julio del 2013 a febrero del 2014 en un pastizal amacollado arborescente del Rancho "Salinas", municipio de Satevó, Chihuahua. Se realizaron cuatro fechas de muestreo correspondientes a las etapas fenológicas de las gramíneas. La densidad de especies en la etapa de crecimiento se obtuvo mediante el método de línea de puntos de intercepción. Para estimar la producción de biomasa se seleccionaron 30 puntos de muestreo completamente al azar, mediante un cuadrante de 0.25 m². El valor nutricional se evaluó en animales de la craza de Angus-Hereford (350±10 kg), provistos con una fistula esofágica. Las técnicas utilizadas para el análisis nutricional

de la dieta fueron: Kjeldahl para Proteína Cruda (PC), Van Soest para fibras (FDA, FDN y Lignina) y Daisy para digestibilidad *in vitro*. Se obtuvo una densidad de pasto rosado en promedio de 64.72%; sin embargo, durante las cuatro etapas de crecimiento del pasto, esta densidad varió desde 76 hasta 87%. Los niveles más altos del contenido de PC se alcanzaron durante las etapas de rebrote ($13.76 \pm 0.64\%$) y crecimiento ($10.72 \pm 0.72\%$), durante el verano del 2013. La digestibilidad de la dieta seleccionada por los animales mantuvo un rango desde $36.56 \pm 1.86\%$ hasta $43.06 \pm 1.86\%$. La dieta consumida por los animales en pastoreo de áreas invadidas por pasto rosado, puede ser suficiente para cubrir sus requerimientos de mantenimiento durante las etapas de rebrote y crecimiento del pasto rosado.

Palabras clave: *Melinis repens*, valor nutricional, dieta, bovinos

Abstract

The objective of the study was to evaluate the nutritional value of the diet of cattle grazing in a grassland invaded by natal grass in the state of Chihuahua. The study was conducted during the period from July 2013 to February 2014 in a bush grassland of the Salinas ranch, in Chihuahua, Mexico. Four sampling dates corresponding to the phenological stages of the grasses were made. The density of species in the growth stage was obtained by the intercept point line method. To estimate the biomass production, 30 sampling points were selected completely randomly, using a quadrant of 0.25 m^2 . The nutritional value was evaluated in animals Angus-Hereford ($350 \pm 10 \text{ kg}$), provided with an esophageal fistula. The techniques used for the nutritional analysis of the diet were: Kjeldahl for Crude Protein (PC), Van Soest for fiber (FDA, FDN and Lignin) and Daisy for *in vitro* digestibility. A density of natal grass was obtained on average of 64.72%; however, during the four stages of pasture growth, this density ranged from 76 to 87%. The highest PC content levels were reached during the regrowth stages ($13.76 \pm 0.64\%$) and growth ($10.72 \pm 0.72\%$) during the summer of 2013. The digestibility of the diet selected by the animals maintained a range from $36.56 \pm 1.86\%$ to $43.06 \pm 1.86\%$. The diet consumed by animals grazing areas invaded by Natal grass, may be sufficient to cover their maintenance requirements during the stages of regrowth and growth of Christmas grass.

Key words: *Melinis repens*, nutritional value, diet, cattle.

Introducción

Los pastizales de la región centro sur del estado de Chihuahua constituyen la fuente principal de alimentación de los animales en pastoreo (Chávez y González, 2009). Sin embargo, problemas atribuidos a la sequía, sobrepastoreo y uso del suelo, han favorecido el establecimiento de especies no nativas como es el caso del pasto rosado (*Melinis repens*), lo anterior origina un cambio estructural del paisaje que repercute en la cantidad y calidad nutricional del forraje disponible (Pinedo *et al.*, 2009; Murillo *et al.*, 2011). La invasión del zacate rosado en el estado de Chihuahua, se ha ubicado en la región centro sur y se ha extendido durante los últimos años a lo largo de las carreteras, desplazando especies nativas como el pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) y banderita (*B. cortipendula*). A pesar de que el pasto rosado es un forraje de calidad regular durante la etapa de floración (Hernández, 2009) y ante la escasa productividad de forraje durante largos periodos de sequía, para algunos ganaderos de la región representa una alternativa sostener la carga animal, sin considerar el aporte nutricional y su poca aceptación por el ganado (Pinedo *et al.*, 2013). Por lo anterior, es necesario buscar estrategias que permitan un mejor aprovechamiento nutricional y un manejo sostenible del pastizal (Royo *et al.*, 2005). La poca información existente de los atributos nutricionales y la aportación de nutrientes a la dieta de ganado, dificultan la planeación de

esquemas que apoyen a los ganaderos para un mejor aprovechamiento nutricional. El Objetivo del presente trabajo fue evaluar el valor nutricional de la dieta de bovinos en pastoreo en pastizales invadidas con pasto rosado.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante el periodo de julio del 2013 a febrero del 2014 en un pastizal amacollado arborescente del Rancho “Salinas”, del municipio de Satevó, Chihuahua (Figura 1).

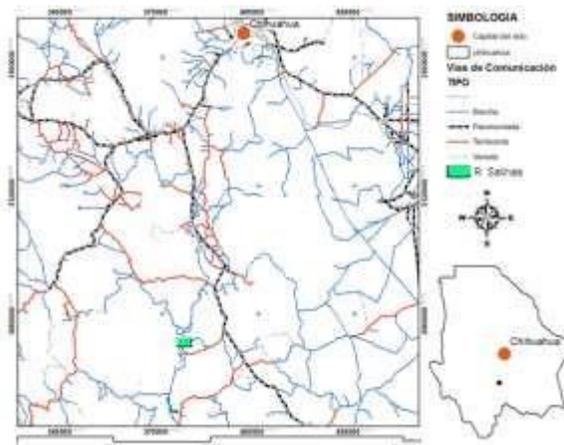


Figura 1. Localización del área de estudio Rancho “Salinas”, ubicado en el municipio de Satevó, Chihuahua.

Para estimar la densidad del pasto rosado se determinó la composición botánica del área con la técnica de transecto de puntos, siguiendo la metodología propuesta por Herrick *et al.* (2009). Además, se evaluó la productividad forrajera del área en las etapas fenológicas del pastizal (Kg MS ha^{-1}), mediante muestreos de vegetación con 30 cuadrantes de 0.25 m^2 . Para evaluar el valor nutricional de la dieta consumida por bovinos, se utilizaron animales de la cruce Angus-Hereford provistos de fistulas esofágicas de un peso promedio de $350 \pm 10 \text{ kg}$. Los animales se pusieron en previo ayuno y un periodo de adaptación de tres días en el área de estudio. Los animales pastorearon durante 30-45 min por cinco días consecutivos en cada una de las etapas fenológicas (rebrote, crecimiento, madurez y latencia). Las muestras esofágicas obtenidas fueron analizadas para evaluar los componentes nutritivos: Proteína Cruda (PC), Nitrógeno Indigestible (ADIN), Materia Orgánica (MO), Digestibilidad de MO (*DIVMO*), Fibra aprovechable (FDN) y no digestible (FDA) de acuerdo a las metodologías descritas por AOAC (1990). Los datos obtenidos de composición química de la dieta se analizaron con el PROC GLM del paquete estadístico SAS 9.1.3 (2006).

Resultados y Discusión

Los datos obtenidos de la composición botánica (Cuadro 1) muestran una densidad del pasto rosado del 64.72% en el área con respecto a otras especies arbustivas y gramíneas nativas (navajita, banderita, etc.), las cuales solo alcanzaron el 3% durante el mes de agosto de 2013, correspondientes a la etapa de rebrote-crecimiento.

Cuadro 1. Composición botánica del área de estudio

Especie	Densidad (%)	Especie	Densidad (%)
<i>Aloysia wrighti</i>	1.46	<i>Haploppapus gracilis</i>	0.21

<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.41	<i>Juniperus monosperma</i>	1.25
<i>Bouteloua gracilis</i>	2.5	<i>Macrosiphonia hypoleuca</i>	0.21
<i>Bulbostylis juncooides</i>	0.63	<i>Millia biflora</i>	0.62
<i>Calliandra eriophylla</i>	9.6	<i>Mimosa biuncifera</i>	1.67
<i>Condalia</i> sp	0.21	<i>Melinis repens</i>	64.72
<i>Dichondria argentea</i>	0.41	<i>Prosopis glandulosa</i>	2.5
<i>Euphorbia</i> sp	0.21	<i>Sida procumbens</i>	3.76
<i>Evolvulus alsynoides</i>	9.6	<i>Tecoma stands</i>	0.21

La Figura 2 muestra el comportamiento de la disponibilidad de forraje antes de realizar la obtención de muestras esofágicas de los animales. La mayor producción de materia seca ($2119 \text{ kg MS ha}^{-1}$) se obtuvo durante la etapa de latencia del pasto (febrero del 2014). Sin embargo, la producción más baja de forraje ($244 \text{ kg MS ha}^{-1}$), se registró durante la etapa de rebrote (julio del 2013). Es importante considerar que la densidad del pasto rosado varió desde un 76% hasta 87%.

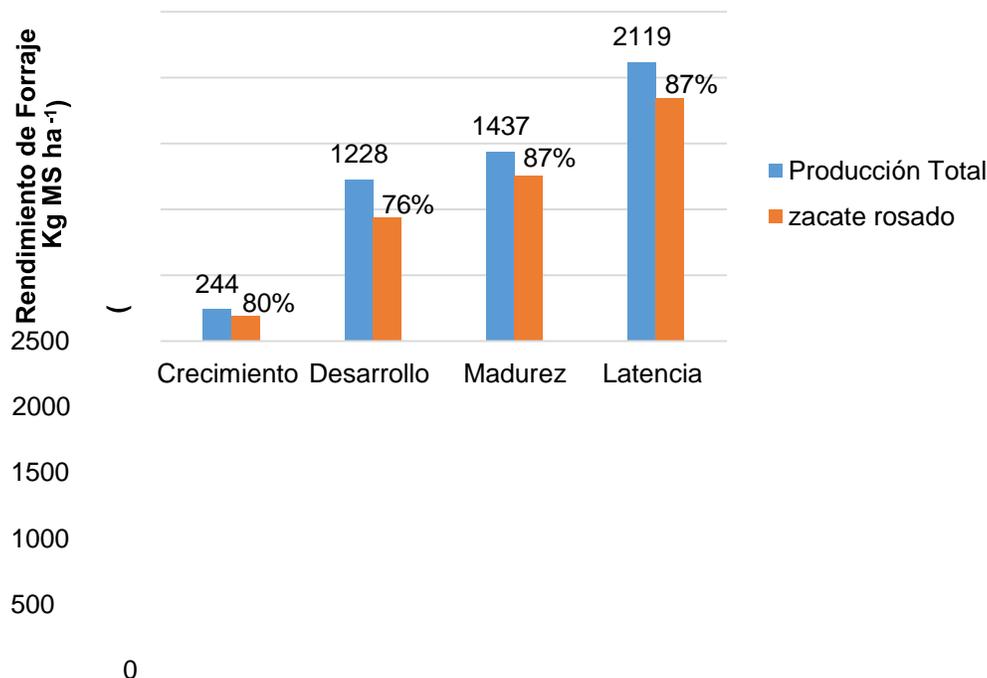


Figura 2. Producción de forraje (kg MS ha^{-1}) en el área de estudio durante las etapas fenológicas.

Los niveles más altos del contenido de proteína (PC) se alcanzaron durante las etapas de rebrote ($13.76 \pm 0.64\%$) y crecimiento ($10.72 \pm 0.72\%$) en el verano del 2013. La digestibilidad de la dieta seleccionada por los animales en áreas invadidas con zacate rosado (julio 2013 a febrero 2014), mantuvo un rango desde $36.56 \pm 1.86\%$ hasta $43.06 \pm 1.86\%$. Estudios similares en áreas dominadas por arbustivas y arbóreas, reportan niveles con valores de significancia ($>13\%$). Además, reportan porcentajes de proteína digestible en ambas etapas, donde mencionan que del total de proteína cruda consumida, solo el 51% y 54% podría ser proteína utilizada por el animal (Ortega *et al.*, 1996; Sosa *et al.*, 2000).

Los resultados del Cuadro 2 muestran que a medida que avanza el grado de madurez de las plantas de pastizal, los componentes nutritivos del forraje consumido por el ganado, tienden a disminuir y ser menos aprovechados por el ganado. Otros estudios realizados demuestran que a medida que se incrementa la producción de forraje, la calidad nutricional del mismo tiende a disminuir (Sosa *et al.*, 2000).

Cuadro 2. Valor nutricional de la dieta consumida por bovino en pastoreo en un área invadida por pasto rosado (*Melinis repens*).

Etapas Fenológica	% MO	% PC	% ADIN	%DIVMO
Crecimiento	85.86 ± 0.61 ^a	13.77 ± 0.65 ^a	7.75 ± 0.65 ^a	41.36 ± 1.86 ^a
Desarrollo	85.96 ± 0.61 ^{ab}	10.72 ± 0.65 ^b	4.57 ± 0.65 ^b	36.53 ± 1.86 ^a
Madurez	81.39 ± 0.61 ^{bc}	8.61 ± 0.65 ^{bc}	8.58 ± 0.65 ^{a c}	43.08 ± 1.86 ^a
Latencia	81.10 ± 0.61 ^c	6.55 ± 0.65 ^c	2.07 ± 0.65 ^b	36.56 ± 1.86 ^a

Etapas Fenológica	%FDN	%FDA	%Lignina
Crecimiento	70.71 ± 1.53 ^a	42.80 ± 1.40 ^a	8.00 ± 1.46 ^a
Desarrollo	71.19 ± 1.53 ^a	42.46 ± 1.40 ^a	6.53 ± 1.46 ^a
Madurez	71.02 ± 1.53 ^a	47.74 ± 1.40 ^a	15.00 ± 1.46 ^b
Latencia	72.64 ± 1.53 ^a	42.70 ± 1.40 ^a	6.74 ± 1.46 ^a

MO=Materia Orgánica; PC=Proteína Cruda; ADIN=Proteína No Digestible; D/VMO=Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Orgánica; FDN=Fibra Detergente Neutra; FDA=Fibra Detergente Acida. ^{abc} =Medias con literales distintas en las columnas son diferentes (P < 0. 05).

Al considerar que un animal adulto presenta pérdida de peso corporal cuando la producción de forraje disponible se encuentra por debajo de los 150 Kg MS Ha⁻¹ y los niveles de proteína están por debajo del 6%. El consumo de forraje en áreas de pastizal invadidas con pasto rosado, podría ser suficiente para cubrir el requerimiento nutricional del animal durante las etapas de rebrote y crecimiento. Sin embargo, requiere considerar el ajuste de carga en función de la producción de forraje para alcanzar los requerimientos nutritivos que aseguren buena productividad.

Conclusiones

La dieta de los animales pastoreando un área invadida por *Melinis repens* satisface los requerimientos mínimos necesarios durante las etapas de crecimiento y desarrollo

Literatura Citada

- AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists. 1990.
- Chávez SAH, González GF. Estudios Zootécnicos (Animales en Pastoreo). En; Chávez SAH (editor). Rancho Experimental La Campana, 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias. 2009: 113-206.
- Hernández QN. Viabilidad y Crecimiento del Zacate Rosado (*Melinis repens* (Willd.) Zizka) [tesis maestría]. Chihuahua, Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua; 2009.
- Herrick JE, Van Zee JW, Havstad KM, Burkett LM, Whitfor WG. Monitoring Manual for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems. Volume I: Quick Start. The University of Arizona Press Tucson, Arizona, USA. 2009
- Murillo OM, Reyes EO, Herrera TE, Carrete COF. Cambios estacionales en la composición química y fermentación ruminal de la dieta seleccionada por bovinos en pastoreo en un pastizal de la región central de Durango. 2do Congreso Internacional de Manejo de Pastizales XXI Reunión Internacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Chihuahua, Chih. 2011; 16-20.



- Ortega RL, Rivas PF, Castillo HJ, Moguel OY. Cattle grazing in deciduous forest of the Yucatan Peninsula. Fifth International Rangeland Congress. Salt Lake City, Utah, US. 1996: 420-421.
- Pinedo AC, Hernández QNS, Melgoza CA, Rentería VM, Vélez SVC, Morales NC, Quintana RM, Santellano EE, Esparza E. Diagnóstico Actual y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Cuerpo Académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CA16). Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. 2013.
- Pinedo AC, Hernández NK, Miramontes OAO, Martínez RMQ. Rangeland analysis by landsat TM and IRS-1C image fusion in Chihuahua, Mexico. 62nd Annual Meeting. Society for Range Management, Albuquerque, NM, USA. 2009.
- Royo M, CA Melgoza, S Sierra, P Jurado. Estado de salud de los pastizales. Segundo Simposio Internacional de Pastizales, Zacatecas, Zac. 2005.
- SAS Institute Inc. 2006. SAS 9.1.3 User's guide. Cary, NC, USA.
- Sosa REE, Sansores LLI, Zapata BGJ, Ortega RL. Composición Botánica y Valor Nutricional de la Dieta de Bovinos en un Área de Vegetación Secundaria en Quintana Roo. *Téc Pecu Méx* 2000: 38(2)105-117.

ESTIMACIÓN DEL CARBÓN ORGÁNICO DEL SUELO EN DIFERENTES SITIOS DE PASTIZAL DEL ESTADO DE DURANGO

ESTIMATION OF ORGANIC SOIL CARBON IN DIFFERENT PASTURE SITES IN THE STATE OF DURANGO

Ulises Noel Gutiérrez-Guzmán^{1*}, Erasmo Mixael Martínez-Flores², Miguel Ángel Pargas-Mendoza², Edmundo Castellanos-Pérez¹, Amaury Esquivel-Romo¹

¹Maestro-Investigador, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango

²Alumno de Licenciatura, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia. Email:ulisesnoelg@yahoo.com.mx

Resumen

El objetivo de este estudio fue estimar la cantidad de carbono orgánico almacenado en suelos de diferentes sitios de pastizal del estado de Durango, se consideraron cuatro predios ganaderos en los cuales se establecieron sitios de muestreo para obtener variables de suelo. Se obtuvieron 27 muestras del perfil 0-15 cm y 27 muestras del perfil 15-30 cm para cada uno de los sitios comprendidos en el estudio. Se estimó el porcentaje de Carbón Orgánico de las muestras siguiendo la metodología de Walkley y Black basada en la oxidación de la materia orgánica con dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en medio ácido. Se calculó la densidad aparente en muestras no alteradas de suelo utilizando cilindros de 7 cm de diámetro y 6 cm de altura, mediante el método del cilindro. Posteriormente, se calculó la cantidad de Carbono en el suelo en Ton C ha⁻¹ mediante una fórmula ya establecida. Se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.05$) en los porcentajes de COS, las cantidades de C por hectárea y en las dos profundidades del perfil del suelo. Los % de COS variaron de 3.87 a 0.55 de 0-15 cm y 2.89 a 0.54 de 15-30 cm en los sitios Santa Librada y Tlahualilo respectivamente. Las Ton C ha⁻¹ fueron para los mismos sitios de 69.39 a 10.59 de 0-15 cm y 52.91 a 9.59 de 15-30 cm. El contenido medio de C expresado en porcentaje fue de 55 en el perfil de suelo 0-15 cm. La información generada en este estudio es importante para general inventarios más detallados del almacén de carbono en las áreas de pastizal y realzar su importancia como un reservorio importante de captura y secuestro de carbono. **Palabras clave:** Tipos de vegetación, Pastizal, Matorral, COS.

Introducción

Cambio Climático se refiere a cualquier cambio que tenga lugar en el clima en un período prolongado de tiempo, ya sea debido a una variación natural o como resultado de la actividad causada por el hombre (IPCC, 2007). Entre las estrategias planteadas para la mitigación del cambio climático se considera la fijación y el secuestro de carbono. La vegetación en sus procesos metabólicos (fotosíntesis) tiene la capacidad de asimilar el carbono atmosférico e incorporarlo en sus estructuras como biomasa y posteriormente ésta se incorpora en el suelo por el ciclo del carbono donde los tiempos medios de residencia son más prolongados que en la vegetación (Conant *et al.*, 2005).

Los suelos son considerados la mayor fuente y reservorio de carbono en los ecosistemas terrestres, y son la vía principal por la cual el CO₂ fijado por las plantas es retornado a la atmósfera. La emisión de CO₂ de los suelos a la atmósfera ocurre principalmente por la respiración de raíces y organismos heterótrofos (Palacio y Hurtado, 2008).

Entre los principales ecosistemas que se consideran como sumideros importantes de carbono están los bosques (Bolin *et al.*, 1986). Sin embargo, existen otros ecosistemas como los pastizales y matorrales que tiene la capacidad de servir como reservorios de carbón, además de brindar otros servicios ambientales. Se estiman que los pastizales tienen un potencial para almacenar hasta el 30% del carbono en el suelo a nivel mundial, además de la cantidad sustancial del carbono de la superficie que se almacena en árboles, arbustos y gramíneas (White *et al.*, 2000; Grace *et al.*, 2006).

En México el matorral xerófilo y pastizal natural ocupan una extensión aproximada de 70 millones de hectáreas, equivalente al 50.3% del total de su superficie; estos ecosistemas terrestres son los que tienen mayor presencia (Merino *et al.*, 2008). Sin embargo, se ha observado un severo agotamiento de las reservas de C en el suelo por efecto de actividades humanas. La disminución se explica principalmente por la deforestación inducida por el sobrepastoreo, ya que la materia orgánica disminuye en la capa superficial del suelo debido a una caída de aportes de residuos (Trumper *et al.*, 2009).

Segura-Castruita *et al.* (2005) mencionan que en México existe información sobre el almacén de carbono en pastizales y matorrales a nivel macro. Sin embargo, dentro de dichos ecosistemas existe una gran heterogeneidad en las condiciones particulares, lo cual pone de manifiesto la falta de información detallada del almacén de carbono en los diferentes sitios de pastizales de México a nivel local. El objetivo de este trabajo es medir la capacidad de almacenamiento de carbono en diferentes sitios de pastizal del estado de Durango con diferentes condiciones de uso, el conocimiento de los inventarios base de carbono en los suelos es un primer paso hacia el establecimiento de estrategias para su conservación.

Materiales y Métodos

Caracterización del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en 4 sitios de pastizal o predios de agostadero distribuidos en tres Municipios ubicados en la parte Centro-Norte y Noreste del Estado de Durango: Hidalgo, Mapimí y Tlahualilo (Cuadro 1). El trabajo de campo abarcó desde el mes de abril a agosto de 2017.

Cuadro 1. Sitios de muestreo por municipio y régimen de tenencia de la tierra.

Sitio de muestreo	Municipio	Tipo de vegetación	Altitud (msnm)	Precipitación* (mm)
La Cieneguilla	Hidalgo	Pastizal mediano abierto	1890	475
Joaquín Amaro	Mapimí	Matorral micrófilo espinoso	1650	310
Santa Librada	Mapimí	Matorral desértico micrófilo	1545	280
Tlahualilo	Tlahualilo	Pastizal halófilo	1075	201

*Precipitación histórica promedio (SMN-CNA).

Los sitios de estudio se encuentran dentro del Desierto Chihuahuense, sub-provincia Sierras y Llanuras del Norte, y sub-provincia Bolsón de Mapimí. En el sitio La Cieneguilla el tipo de vegetación está clasificado como pastizal mediano abierto, las especies presentes con mayor dominancia son el zacate navajita (*Bouteloua gracilis* Willd. ex Kunth Lag. ex Griffiths) en el

estrato herbáceo y asociado con los arbustos de encino-enebro (*Quercus* spp.- *Juniperus* spp.). La vegetación arbustiva predominante en los sitios de matorral desértico micrófilo es la gobernadora (*Larrea tridentata* DC Cov.), el hojaseñ (*Flourensia cernua* DC), el largoncillo (*Acacia constricta* var. *vernica* (Standley) Benson) y el mezquite (*Prosopis* spp) en la parte de los bajío y en el estrato herbáceo las gramíneas son el zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) y zacate tres barbas (*Aristida* spp). En el sitio Tlahualilo, predomina el pastizal halófilo con dominancia del mezquite (*Prosopis* spp) en el estrato arbustivo y el zacate tobozo (*Hilaria mutica*) en el estrato herbáceo (SEMARNAT, 2009).

Metodología

En cada sitio de estudio se establecieron tres parcelas en las cuales se realizaron los muestreos de suelo. Las dimensiones de cada parcela fueron de 50x100 m, la distancia entre parcelas fue de 100 m, éstas fueron ubicadas en un transecto de 500 m con dirección Este-Oeste. En cada parcela se incluyeron 3 transectos de 50 m ubicados Norte-Sur. En cada transecto a 1, 25 y 49 m se tomaron dos muestras de suelo a dos profundidades: 0-15 y 15-30 cm, se obtuvieron un total de 54 muestras por sitio de muestro. Cada muestra se depositó en bolsa de plástico con aproximadamente un kilogramo y con su respectiva identificación. Posteriormente las muestras se secaron al aire y se tamizaron en malla de 1.1 mm para su análisis en las cuales se determinaron variables fisicoquímicas de importancia agronómica. Al momento del tamizado de las muestras, se separó la grava y piedra para determinar el porcentaje de suelo libre de fragmentos gruesos (>2 mm). Para la determinación del contenido de COS del suelo se siguió la metodología de Walkley y Black basada en la oxidación de la materia orgánica con dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en medio ácido. La densidad aparente (D_a) se estimó en muestras no alteradas de suelo utilizando cilindros de 7 cm de diámetro y 6 cm de altura, mediante el método del cilindro. La cantidad de carbono en el suelo se determinó con la siguiente fórmula:

$$COS = (D_a)(P)(1-FG/100)(\%COS)(100)$$

donde COS está en $Ton\ C\ ha^{-1}$, D_a es la densidad aparente en $Ton\ m^{-3}$, P es la profundidad en metros, FG es el porcentaje de fragmentos gruesos (>2 mm), COSp está en porcentaje y 100 es un factor de conversión de unidades (Paz *et al.*, 2016). A los valores de COS se les realizó un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar, considerando los tipos de cobertura vegetal como tratamientos.

Resultados y discusión

Almacén de carbón orgánico

Debido a la heterogeneidad del área de estudio y dadas las condiciones particulares de cada sitio, la cuantificación del carbón orgánico del suelo también mostró variabilidad. Todos los sitios de pastizal que se analizaron, registraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) en el % de COS y la cantidad de C almacenado en el suelo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Contenido medio de carbono en suelos de diferentes tipos de vegetación del estado de Durango.

	Profundidad 0-15 cm	Profundidad 15-30 cm
--	---------------------	----------------------

Sitio de muestreo	% COS E. E. Ton C ha ⁻¹ E. E.				% COS E. E. Ton C ha ⁻¹ E. E.			
Santa Librada	3.87a [†]	0.23	68.39a	3.43	2.89a	0.20	52.91a	3.69
La Cieneguilla	2.81b	0.12	45.68b	2.02	2.47b	0.11	39.37b	2.05
Joaquín Amaro	2.17c	0.15	39.89c	2.84	1.90c	0.15	32.33c	2.35
Tlahualilo	0.55d	0.07	10.59d	1.60	0.54d	0.08	9.59d	1.73

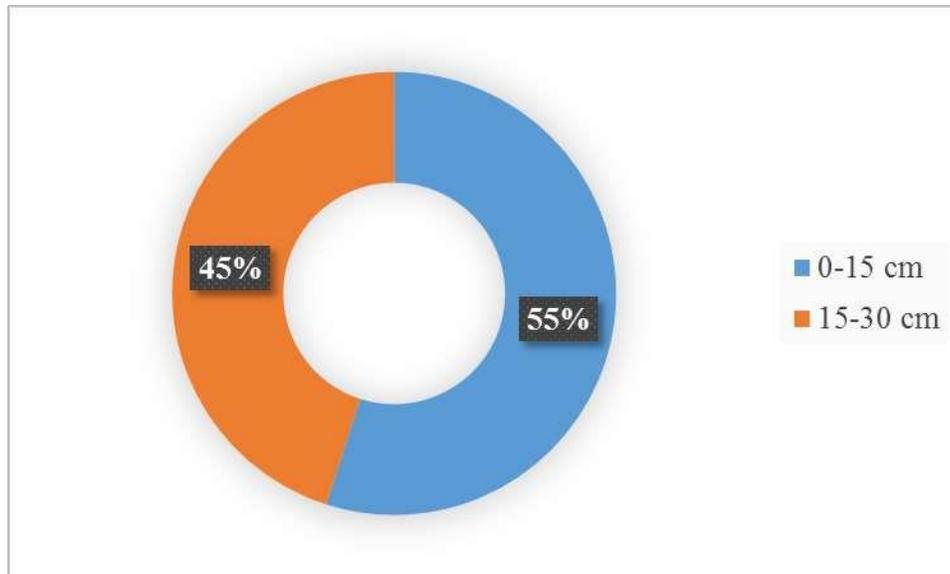
[†] Las medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$). E. E.= Error Estándar, n=27 por sitio y profundidad.

Con el objetivo de contar con inventarios consistentes del carbono en los ecosistemas terrestres de México, el PMC (2015) elaboró estimaciones del COS a la profundidad de 0 a 30 cm para el año base 2014 para diferentes tipos de vegetación, estimando para pastizal natural 33.9, pastizal halófilo 24.24, matorral desértico micrófilo 28.0 y mezquital 29.84 todos los valores en Ton C ha⁻¹. En nuestro estudio los valores estimados superaron las cantidades mencionadas anteriormente tan sólo en el perfil 0-15 cm, salvo en el pastizal halófilo el cual apenas superó las 10 Ton C h⁻¹. Lo cual indica la no concordancia entre diferentes escalas de medición.

Jurado *et al.* 2013, realizaron un estudio sobre el almacén y captura de carbono en áreas de pastizales y matorrales con diferente condición en el estado de Chihuahua, reportaron cantidades para Pastizal mediano abierto con condición pobre a buena de 15.30 a 21.30 Ton C ha⁻¹ de 0-30 cm de profundidad. En nuestro estudio, el sitio La Cieneguilla con el mismo tipo de vegetación se estimó 45.68 Ton C ha⁻¹, lo cual pone de manifiesto la variabilidad de sitios con vegetación similar. En el Pastizal halófilo del estado de Chihuahua, el valor fluctuó de 10 a 32.30 Ton C ha⁻¹ con condición de regular a excelente, el valor para el mismo tipo de vegetación fue de 10.59 en el sitio de Tlahualilo.

En lo referente a la profundidad del suelo, ésta influyó sobre los contenidos de materia orgánica, encontrando más C almacenado en la capa superficial (0-15 cm) con tendencia a disminuir hacia la capa inferior (15-30 cm); presentando diferencias altamente significativas ($p < 0.05$). En la Figura 1 se presentan la relación de las cantidades de C expresado como porcentaje para las dos profundidades consideradas en este estudio.

Figura 1. Relación del contenido de carbón orgánico del suelo expresado en porcentaje a dos profundidades.



La tendencia en los sitios fue que en promedio el 55% del C acumulado se encontró en los primeros 15 cm de suelo, profundidad a la que se encuentra la materia orgánica en descomposición; es decir, el carbono orgánico del suelo activo en constante descomposición y más susceptible a factores externos (FAO, 2002). Zhou et al. (2007) encontraron que en usos del suelo como pastizales y cultivo, los primeros 20 cm de profundidad contienen 80% del C del suelo y que 60% de la MO se almacena sobre los primeros 0.3 m de suelo.

Conclusiones

En el presente estudio a nivel región, se encontró variabilidad en los contenidos de carbón orgánico almacenado en el suelo en los diferentes sitios de pastizal considerados, lo cual sirve como línea base para la realización de nuevos estudios para determinar la dinámica a través del tiempo. También se encontró que el C acumulado en suelo disminuye a medida que aumenta la profundidad, más de la mitad de este C se encuentra en los primeros 15 cm de profundidad. Es importante recalcar que los datos obtenidos a nivel local deben ser tomados como base para la elaboración de los inventarios a nivel región o país con una mejor aproximación a la realidad.

Literatura citada

- Bolin, B., B.R. Doos, J. Jager y R.A. Warrick. 1986. The greenhouse effect, climate change and ecosystems. Ed. John Wiley y Sons.
- Conant, R T, K Paustian, S J Del Grosso, W J Parton. 2005. Nitrogen pools and fluxes in grassland soils sequestering carbon. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 71:239-248.
- FAO, Food Agricultural Organization. 2002. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. Informes Sobre recursos Mundiales de Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. Vol. 96. 70 p.
- Grace, J., San Jose, J., Meir, P., Miranda, H. and Montes, R. 2006. Productivity and carbon fluxes of tropical savannas. *J. Biogeogr.* 33: 387-400.
- IPCC. 2007. Cambio Climático 2007: La base científica. Resumen para los Responsables de Políticas. Contribución del Grupo de Trabajo I del Cuarto Informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.



- Jurado, G. P., R. A. Saucedo T., C. R. Morales N. y M. Martínez S. 2013. Almacén y captura de carbono en pastizales y matorrales de Chihuahua. Folleto técnico Número 38. CIRNOC-INIFAP. Sitio experimental La Campana. Aldama, Chihuahua. P 23.
- Martens, D., W. Emmerich, J. McLain, T. Johnsen. 2005. Atmospheric carbon mitigation potential of agricultural management in the southwestern USA. *Soils and Tillage Research* 83: 95-119.
- Merino, L., J. Rodríguez, G. Ortiz y A. García. 2008. Estudio estratégico sobre el sector forestal mexicano. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. México, D.F. 215 p.
- Palacio, A A R, F H M Hurtado. 2008. Respiración microbiana y de raíces en suelos de bosques tropicales primarios y secundarios (Porce, Colombia). *Rev. Fac. Nal. Agron. Medellín* 61:4381- 4393.
- Paz, F. P., J. Argumedo E., C. Gaistardo, J., D. Etchevers B. y B. de Jong. 2016. Distribución espacial y temporal del carbono orgánico del suelo en los ecosistemas terrestres de México. *Terra Latinoamericana* 34: 289-310.
- PMC (Programa Mexicano del Carbono). 2015. Serie VI de Uso del Suelo y Vegetación, Año Base 2014. Programa Mexicano del Carbono. Texcoco, Estado de México, México.
- Segura-Castruita, M.A., P. Sánchez-Guzmán, C.A. Ortiz-Solorio, M.C. Gutiérrez-Castorena. 2005. Carbono orgánico de los suelos de México. *Terra Latinoamericana*. 23(1): 21-28.
- 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
- SMN-CNA, Servicio Meteorológico Nacional-Comisión Nacional del Agua. Sitio web: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=180:durango&catid=14:normal-espor-estacion
- Trumper, K, M Bertzky, B Dickson, G Van der Heijden, M Jenkins, P Manning. 2009. ¿La Solución Natural? El Papel de los Ecosistemas en la Mitigación del Cambio Climático. Informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 76 p.
- White, P.R., S. Murray, M. Rohweder. 2000. Pilot analysis of global ecosystems-grassland ecosystems world research institute. Washington, D.C.
- Zhou Z, O Sun, J Huang, L Li, P Liu, X Han (2007) Soil carbon and nitrogen stores and storage potential as affected by land-use in an agro-pastoral ecotone of northern China. *Biogeochemistry* 82:127-138.

COMPARACIÓN DE DOS ESPECIES DE GRAMINEAS (*Pappophorum vaginatum* Buckley y *Cenchrus ciliaris*) EN MAPIMI, DURANGO
COMPARISON OF TWO SPECIES OF GRAMINEAS (*Pappophorum vaginatum* Buckley and *Cenchrus ciliaris*) IN MAPIMI, DURANGO

Gonzalo Hernández Ibarra¹ y José Ramón Hernández Salgado

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. chalonza2011@gmail.com

Resumen

Durante tres años se desarrolló un experimento (2014 a 2016) en el Rancho El Carmen de la Universidad Autónoma Chapingo ubicado el Bermejillo Durango, cuyo objetivo fue el de evaluar el comportamiento de dos especies de gramíneas en zonas semiáridas en donde predomina un clima tipo árido, desértico (BWhw), semi-cálido con lluvias en verano presentando una precipitación media anual de 300 mm. La metodología consistió en los pasos siguientes: a) Selección del área

del experimento, b) Selección de gramíneas a translocar, éstas fueron: pasto lanoso o cola de zorra (*Papophorum vaginatum*), y pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*), c) Translocación de especies, d) Riego de auxilio, e) Medición de las variables sobrevivencia de cada especie, Tamaño de espigas (grandes y pequeñas) y total de espigas, f) Análisis estadístico y g) Obtención de tablas y gráficos. Resultando que durante el periodo de evaluación la especie *Cenchrus ciliaris* mostro una sobrevivencia muy similar a *Papophorum vaginatum*; sin embargo existe una leve diferencia a favor de esta última a través del tiempo. La especie *Papophorum vaginatum* mostró una tasa de incremento del total de espigas mayor siendo la r^2 de 0.6412, a través del periodo de estudio (3 años) sobre la especie *Cenchrus ciliaris* con r^2 de 0.5017.

Palabras clave: Gramíneas, translocación, espigas, Durango.

Abstract

During three years an experiment (2014 until 2016) was developed in the Rancho El Carmen of the Universidad Autónoma Chapingo located in the Durango Bermejillo, whose objective was to evaluate the behavior of two species of grasses in semi-arid zones where arid climate predominates, desert (BWhw), semi-warm with rainfall in summer with an average annual precipitation of 300 mm. The methodology consisted of the following steps: a) Selection of the area of the experiment, b) Selection of grasses to be translocated, these were: woolly grass or foxtail (*Papophorum vaginatum*), and Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*), c) Translocation of species, d) Irrigation, e) Measurement of survival variables of each species, Size of spikes (large and small) and total spikes, f) Statistical analysis and g) Obtaining tables and graphs. It appears that during the evaluation period the species *Cenchrus ciliaris* showed a survival very similar to *Papophorum vaginatum*; however there is a slight difference in favor of the latter over time. The species *Papophorum vaginatum* showed an increase rate of the total of spikes greater being the $r^2 = 0.6412$, through the study period (3 years) on the species *Cenchrus ciliaris* with $r^2 = 0.5017$.

Keywords: Gramineae, translocation, spikes, Durango.

Introducción

Al transcurso de los años los ecosistemas en el mundo han ido experimentando cambios a últimas fechas con mayor aceleración tanto a favor como en contra es en esta situación que el humano debe incidir en su recuperación y restauración. En México, más de 50 % de la superficie nacional se dedica a la ganadería. El pastoreo se realiza en todos los estados del país y ocupa cerca de 62.5 % de los 2, 000, 000 de km^2 de tierra disponible (CONAGRO, 2006), mencionado por Moreno *et al*; 2015. Esto ha sido posible gracias a la extensión y calidad de los pastizales naturales, además que también se realiza aprovechando parte de los matorrales xerófilos (Carrete, 2007). Particularmente especies de gramíneas nativas del continente americano son aptas para desarrollarse satisfactoriamente en condiciones favorables permitiendo sean competitivas frente a gramíneas introducidas o exóticas. Se planteó como objetivo el evaluar el comportamiento de dos especies de gramíneas en zonas semiáridas de Durango.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en el Rancho El Carmen de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas se localiza en las coordenadas geográficas 103° 36' 11" de longitud oeste y entre los 25° 53' 32" de latitud norte con una altura media de 1117 m. El clima es de tipo árido, desértico (BWhw), semi- cálido con lluvias en verano y teniendo una precipitación invernal entre el 5- 10 %. La precipitación media anual es de 300 mm (INEGI, 2009). El municipio está constituido por complejo de montañas castañas semidesérticas. Suelos calizos de poca profundidad en las partes altas, y laderas más profundas en llanuras y valles (INAFED, 2010).

Metodología. El presente experimento se comenzó en el año 2014 y finalizó en octubre de 2016 en el rancho el Carmen propiedad de la Universidad Autónoma Chapingo; se desarrollaron los pasos siguientes:

- a) Selección del área del experimento. Esta fue seleccionada en base a características de escasa o nula vegetación y más de un 80% de suelo desnudo.
- b) Selección de gramíneas a translocar: las selección de las plantas de las dos especies de gramíneas una nativa 50 plantas de pasto lanoso o cola de zorra (*Pappophorum vaginatum*), otra introducida o exótica 50 plantas de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*).
- c) Translocación de especies. Este proceso se llevó a cabo ubicando área cercana en presencia de ambas especies con características fisiológicas y fenológicas de buena a excelente. Se extrajeron con cepellón con ayuda de pico y rejas para su traslado al área del experimento. Plantación de las plantas de ambas especies.
- d) Riego de auxilio. Fue con 3 l de agua por planta una vez terminado el proceso de plantación, continuándose esta actividad por las cuatro semanas siguientes, utilizando la cantidad mencionada de agua por planta.
- e) A partir de esta etapa se dejó sin manejo alguno de suelo, ni riego de auxilio únicamente con la humedad proveniente de la precipitación pluvial anual; se difirió el área del experimento de animales silvestres y domésticos de gran tamaño, pero se dejó expuesta el área a roedores, lagomorfos e insectos que interaccionaron con las plantas objeto del experimento.
- f) Medición de las variables. El 25 de octubre de 2014, 2015 y 2016 respectivamente. Las variables en estudio fueron las siguientes: Porcentaje de sobrevivencia, Tamaño de espigas (grandes y pequeñas) y número de espigas.
- g) Análisis estadístico. Se realizó un análisis mediante el PROC MANOVA para cada variable de estudio con mediciones repetidas en el tiempo considerándose sujetos de estudio a 2 especies de gramíneas, medidas de forma repetida en los 3 años de medición en el experimento y adaptación a las nuevas condiciones del sitio. Se empleó el Criterio de Mauchly considerando el estadístico de contrastes ortogonales para determinar esfericidad en los errores aleatorios para cada variable de estudio resultando la prueba de contrastes altamente significativa ($P < 0.01$) en las variables de estudio optando por considerar el ajuste de la prueba de F, para cada efecto de los modelos a través del Epsilon de Greenhouse-Heisser. Una vez determinado los efectos importantes entre sujetos y dentro de sujetos fue ajustado mediante modelos de regresión más apropiados el comportamiento de las especies de pastos en los años de estudio (SAS, 2011).
- h) Obtención de tablas y gráficos a partir de la base de datos por PROC LIFETEST de SAS.

Resultados y Discusión

La Figura 1 denota el comportamiento en sobrevivencia para las 2 especies de gramíneas bajo la prueba de Log-Rank con una Chi-cuadrada de 1.53 que corresponde a una probabilidad de significancia de 0.22 indicando que durante el periodo de evaluación la especie *Cenchrus ciliaris* mostro una sobrevivencia muy similar a *Papophorum vaginatum*; sin embargo existe una leve diferencia a favor de esta última a través del tiempo.

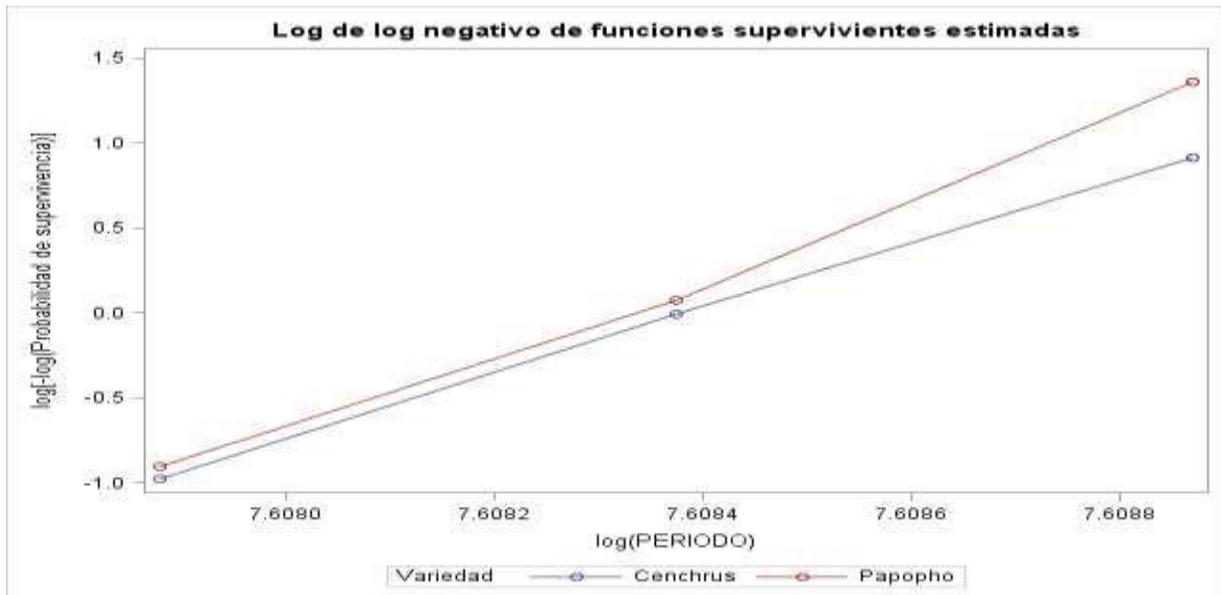


Figura 1. Sobrevivencia de dos especies de gramíneas *Papophorum vaginatum* y *Cenchrus ciliaris* durante 3 años.

Tamaño de Espigas Grandes. El número de espigas grandes medido en 100 plantas 50 de cada una de las dos especies durante los tres años en estudio, mostro variación importante entre especies de gramíneas así como el comportamiento conjunto de cada especie en los años de adaptación ($P < 0.01$, Lambda de Wilks de 0.6287), Sin embargo en la variación de espigas grandes en cada año de adaptación sin considerar especies fue similar el conteo, incremento del primero al tercer año de estudio, ($P > 0.50$, Lambda de Wilks de 0.9887).

El modelo lineal para el número de espigas grandes fue $EG=0.00387$ PERIODO el cual mostro amplia variación ($P < 0.01$) entre especies de gramíneas, ajustándose con un efecto lineal con $r^2=0.8957$ y $CME=7.08$ para la especie *Cenchrus* y para la especie *Papophorum* el ajuste también considera el modelo lineal fue $EG=0.01363$ PERIODO el cual mostro con $r^2=0.9310$ y $CME=55.90$), notándose que la especie *Papophorum* muestra una mayor tasa de incremento en el número de espigas grandes que la especie *Cenchrus*.

Tamaño de Espigas Pequeñas. La cantidad de espigas pequeñas fue variante ($P < 0.01$) tanto entre especies de gramíneas así como en los años de adaptación con Lambda de Wilks de 0.6259 en los 3 años de estudio y de 0.3385 para las especies. El modelo ajustado para explicar esta variación fue lineal donde $EP=0.00192$ PERIODO el cual mostro en la especie *Cenchrus* se obtuvo una $r^2=0.7031$ y un $CME=6.33$; y para la especie *Papophorum* un modelo lineal $EP=0.00669$ PERIODO con una $r^2=0.7934$ y $CME=47.21$. Siendo la especie *Papophorum* la que muestra la mayor tasa de número de espigas pequeñas en los años del experimento.

Total de Espigas. El comportamiento del tamaño de espigas fue significativa ($P < 0.01$) tanto en el periodo de adaptación así como entre especies de gramíneas con una Lambda de Wilks de 0.6 a



0.7 cuyo comportamiento fue ajustado a un modelo lineal $TE=0.01022$ PERIODO para la especie *Cenchrus* obteniendo una r^2 de 0.5017 y $CME=418$ y para la especie *Papophorum* la r^2 fue de 0.6412 y $CME=653$ con modelo lineal fue $TE=0.01699$ PERIODO; donde la especie *Papophorum* mostro una tasa de incremento del tamaño de espiga mayor a través del periodo de adaptación que la especie *Cenchrus*.

Conclusiones

La especie *Papophorum vaginatum* presento una mayor sobrevivencia a partir del segundo año de estudio bajo la prueba de Log-Rank.

La especie *Papophorum vaginatum* mostro una tasa de incremento del total de espigas mayor siendo la r^2 de 0.6412, a través del periodo de estudio (3 años) sobre la especie *Cenchrus ciliaris* con r^2 de 0.5017.

Literatura Citada

- Carrete C., F. C. 2007. Apuntes de Administración de los Recursos Forrajeros y Alimentos. Universidad Juárez del Estado de Durango. FMVyZ. Durango, Durango. Recuperado el 7 de octubre de 2014 de: <http://www.fmvz.ujed.mx/carpeta/manuales%20de%20los%20modulos/Admon%20Rec.%20Forrajeros.pdf>.
- INAFED, 2010. Los municipios de Durango. Consultado el 22 de agosto de 2016 de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM10durango/municipios/10022a.html>.
- INEGI. 2009. Anuario Estadístico de Durango. Gobierno del estado de Durango. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Moreno-Carrillo Miguel A., Alfonso Hernández-Garay, Humberto Vaquera-Huerta, Carlos Trejo-López, José A. Escalante-Estrada, José L. Zaragoza-Ramírez y Bertín M. Joaquín-Torres. 2015. Productividad de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas en condiciones de pastoreo. Artículo científico Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 38 (1): 101 – 108.
- Moreno Q. C. M., Mata E. M.A., Del Razo R. O.E., Hernández I. G., Hernández S. J.R., y Méndez R. J.S. 2017. Composición química y digestibilidad in vitro de recursos forrajeros de zonas áridas. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional de Zonas Áridas. Bermejillo. Mapimi. Durango. 94 p.
- SAS, Institute Inc. 2011. SAS/STAT® 9.3, User's Guide. Cary, NC.

OPTIMIZACIÓN DE CONDICIONES PARA AMPLIFICACIONES DE TRANSGENES *Cu/Zn-SOD*, *APX* Y *Hph* EN EL PLÁSMIDO pBgcpSAH

OPTIMIZATION OF CONDITIONS FOR *Cu / Zn-SOD*, *APX* and *Hph* TRANSGENE AMPLIFICATIONS IN THE PLASMID pBgcpSAH

E. S. Holguin Rios¹, Q. Rascón Cruz¹, T. S. Siqueiros Cendón¹, E.A. Espinoza Sánchez¹, C.R. Morales Nieto², G. A. Aguado Santacruz³, B. Moreno Gómez³ y S. Arévalo Gallegos¹.

¹Facultad de Ciencias Químicas, UACH; ²Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH; ³Bioqualitum, Gto.

Resumen

El objetivo del trabajo fue determinar las condiciones óptimas de amplificación de transgenes sintéticos *Cu/Zn-SOD*, *APX* y *Hph*, de potencial importancia agronómica, presentes en un plásmido diseñado para la transformación de genomas cloroplastídicos del pasto forrajero *Bouteloua gracilis*. En plantas las enzimas *SOD* y *APX* naturales participan en la tolerancia al estrés oxidativo causado por agentes bióticos y abióticos. Para determinar las condiciones óptimas de amplificación con la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa, se utilizó un lote de Taq polimerasa comercial y diferentes pares de iniciadores específicos para la amplificación individual o de pares de fragmentos de transgenes. Como variables en las condiciones de reacción se utilizaron diferentes temperaturas de alineamiento de iniciadores, concentraciones de Mg⁺⁺ y cantidad de ADN molde. Se han determinado las condiciones óptimas de amplificación de cinco amplicones, *SOD*, *APX*, *SOD-APX*, *16S-SOD* y *Hph-trnL*. Las temperaturas óptimas de alineamiento (T^om) fueron 63°C (*SOD*), 64°C (*16S-SOD* y *Hph-trnL*) y 69°C (*APX* y *SOD-APX*); en todos los casos las mejores concentraciones de Mg⁺⁺ y ADN molde fueron de 1.5 mM y 1.25 ng/μl por reacción, respectivamente. Con estas amplificaciones se demuestra la presencia y organización de los transgenes en el plásmido pBgcpSAH. Potencialmente, la identificación específica de los transgenes en ADN plasmídico facilitará la localización y ubicación específica en muestras de ADN cloroplastídico procedente de plantas transplastómicas de *B. gracilis*, y se podría relacionar la presencia y expresión de transgenes en cloroplastos con una mayor tolerancia de las plantas al estrés oxidativo.

Palabras clave: PCR, *Cu/Zn-SOD*, *APX*, transgenes, amplificación, *E. coli*.

Summary

The objective of this work was to determine the optimum amplification conditions of *Cu / Zn-SOD*, *APX* and *Hph* synthetic transgenes, of potential agronomic importance, present in a plasmid designed for the transformation of chloroplastidic genomes of the *Bouteloua gracilis* forage grass. In plants the natural *SOD* and *APX* enzymes participate in the tolerance to oxidative stress caused by biotic and abiotic agents. To determine the optimum amplification conditions with the Polymerase Chain Reaction technique, a commercial Taq polymerase batch and different primer pairs specific for individual amplification or pairs of transgene fragments were used. As variables

in the reaction conditions different primer alignment temperatures, Mg^{++} concentrations and amount of template DNA were used. The optimal amplification conditions of five amplicons, SOD, APX, SOD-APX, 16S-SOD and Hph-trnL have been determined. The optimum alignment temperatures ($T^{\circ}m$) were $63^{\circ}C$ (SOD), $64^{\circ}C$ (16S-SOD and Hph-trnL) and $69^{\circ}C$ (APX and SOD-APX); in all cases the best concentrations of Mg^{++} and template DNA were 1.5 mM and 1.25 ng / μ l per reaction, respectively. These amplifications demonstrate the presence and organization of transgenes in the plasmid pBgcpSAH. Potentially, specific identification of transgenes in plasmid DNA will facilitate specific localization and location in chloroplast DNA samples from transplastomic plants of *B. gracilis*, and the presence and expression of transgenes in chloroplasts could be related to greater plant tolerance to oxidative stress.

Introducción

El zacate forrajero navajita azul (*Bouteloua gracilis* [(Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.]) es una especie tolerante a sequía y a temperaturas extremas. Sin embargo, las poblaciones nativas están en peligro de extinción debido a factores bióticos y abióticos (Amendola *et al.*, 2005). Los programas de rehabilitación de pastizales, incluyendo el mejoramiento genético de pastos, pueden ser una alternativa para mejorar las condiciones de las regiones semiáridas.

En plantas el aumento en la producción de especies reactivas de oxígeno conduce a estrés oxidativo que resulta en daño celular (Mylona *et al.*, 2007). Las enzimas Superóxido Dismutasa (Cu/ZnSOD, EC: 1.15.1.1) y Ascorbato Peroxidasa (APX, EC: 1.11.1.11) son de las que tienen mayor participación en la respuesta al estrés oxidativo (Lu *et al.*, 2010).

En plantas transformadas de *Ipomea batatas* (camote) a nivel nuclear, la co-expresión de SOD y APX cloroplastídicas en el citoplasma y posterior migración al cloroplasto, le confieren un incremento en la tolerancia al estrés oxidativo causado por diferentes causas (Lee *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2015).

En casos de plantas transplastoméricas, se ha expresado una Cu/Zn-SOD de *Withania somnifera* en el cloroplasto de *Nicotiana tabacum*, representando un 9% de la proteína total (Madanala *et al.*, 2015). No obstante al considerable número de trabajos con enzimas SOD recombinantes en plantas, son pocos los estudios de expresión de dismutasas en cloroplasto.

La transformación y expresión de SOD y APX en plástomas es una oportunidad para mejorar la tolerancia de ROS en pastos u otras gramíneas y minimizar el riesgo de la transferencia horizontal de transgenes.

En la Facultad de Ciencias Químicas de la UACH se ha construido y clonado en *E. coli* el plásmido recombinante pBgcpSAH (Barrón, 2017, tesis M.C. en BT, FCQ UACH, en proceso). El plásmido fue diseñado para integrar transgenes sintéticos *Cu/Zn-SOD*, *APX* en los DNAs cloroplastídicos de *B. gracilis* y generar productos funcionales, acompañados de un gen higromicina fosfotransferasa (*Hph*) como marcador de selección, ya que confiere tolerancia a higromicina B. En la Figura 1 se muestra el mapa del plásmido pBgcpSAH conteniendo los transgenes en relación a los sitios de recombinación homóloga ARNr 16S y trnL del vector de transformación.

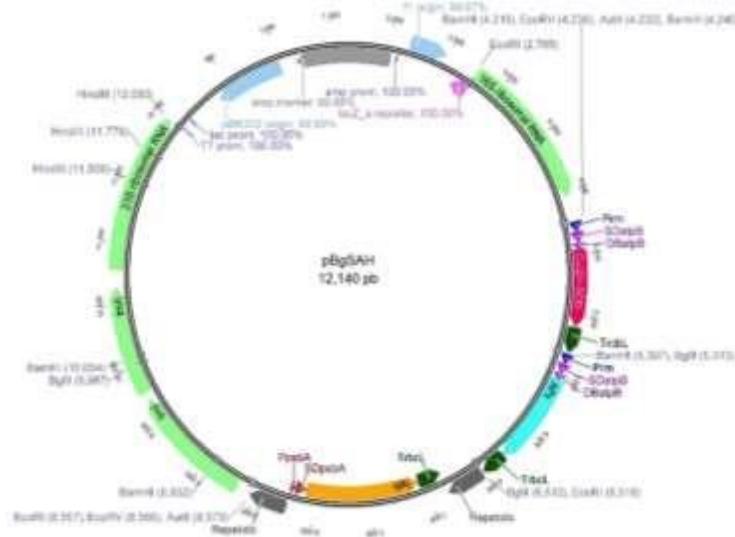


Figura 1. Mapa parcial de digestión del plásmido pBgcpSAH.

Se utilizará el plásmido pBgcpSAH para transformar plantas a nivel cloroplastídico, es decir, se pretende generar plantas transplastómicas. Potencialmente estas plantas, además de presentar mayor tolerancia al estrés oxidativo, minimizarían el riesgo de transferencia y diseminación ambiental de transgenes a través del polen, ya que en *B. gracilis* y en la mayoría de las plantas con flor, los plástidos (mitocondrias y cloroplastos), muestran una herencia uniparental, preferentemente materna (Daniell, 2002; Maliga, 2004).

El problema de investigación que aborda el presente proyecto es que no se han encontrado las condiciones óptimas de amplificación para los transgenes *Cu/Zn-SOD*, *APX* y *Hph* en el plásmido pBgcpSAH. El objetivo general es optimizar condiciones para las amplificaciones de transgenes sintéticos *Cu/Zn-SOD*, *APX* y *Hph* en el plásmido pBgcpSAH.

Se analizaron los efectos de los parámetros: temperaturas de alineamiento, concentración de ADN molde y concentraciones de Mg^{++} , sobre la amplificación de transgenes. Se utilizaron diferentes pares de iniciadores específicos para la amplificación individual o de pares de fragmentos de transgenes que determinen la organización en la construcción pBgcpSAH, tal como se muestra en la Figura 2.

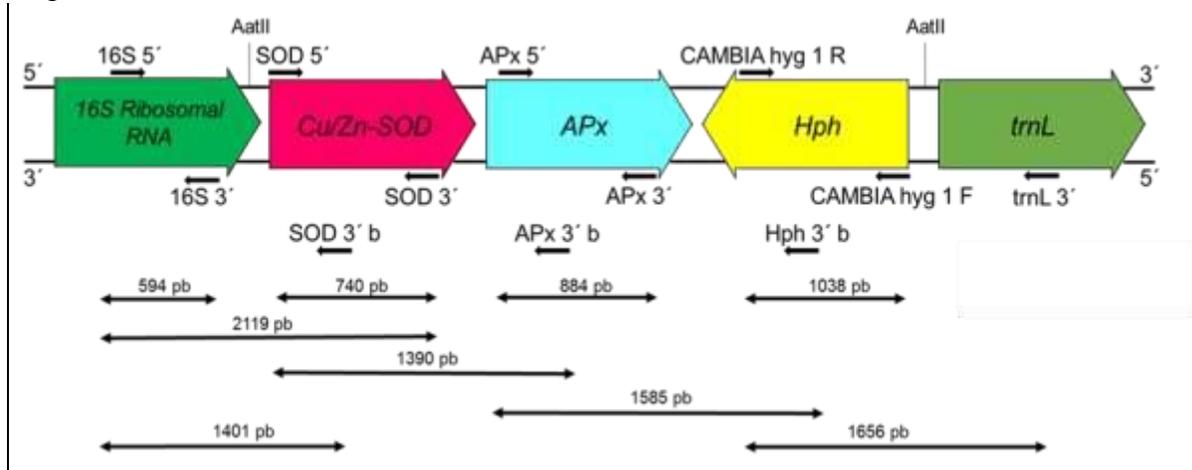


Figura 2. Organización de transgenes y estrategia de identificación por PCR.

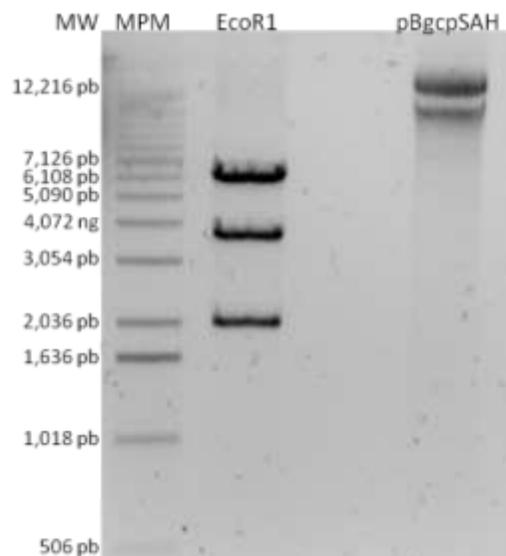
La optimización de las condiciones de amplificación de transgenes en pBgcpSAH facilitaría su posterior identificación en muestras de ADN cloroplastídico de plantas transformadas, ya que las amplificaciones específicas de los transgenes en muestras de DNAs genómicos (nuclear, mitocondrial y cloroplastídico) de plantas serán más complicadas de lograr que en muestras de DNAs plasmídicos.

Materiales y Métodos

El ADN plasmídico pBgcpSAH se obtuvo por una modificación del método Birnboim y Doly, (1979) y se caracterizó por digestión con enzima EcoRI. Para la generación de amplicones se utilizó la técnica de PCR, con ADN de pBgcpSAH y los oligonucleótidos iniciadores SOD 5'a, SOD3'a, APX 5'a, APX 3'a, CAMBIA hyg 1R, trnL 3', y 16S 5'a (Siañez 2013). Las reacciones de amplificación se realizaron en condiciones variables de temperatura (en un rango de 60 hasta 69°C); 1.25 ng/ul de ADN molde y 1.0 uM de MgCl₂. Las condiciones de amplificación fueron: desnaturalización por 3 min a 94°C; 30 ciclos de amplificación, con tres etapas: a) desnaturalización a 94°C/45 seg.; alineamiento a diferentes T^om's por 30 seg.; c) alargamiento por 72°C/2:15 min.; extensión final a 72°C/5 min. La identificación de amplicones se realizó mediante el uso de electroforesis en geles de agarosa, utilizando el fotodocumentador KODAK Gel Logic 200 Imaging System y el programa computacional Kodak 3.6.

Resultados y Discusión

Para corroborar la identidad del plásmido pBgcpSAH en la cepa *E. coli* Mach 1 transformada, el ADN obtenido se digirió con la enzima EcoRI y se analizó por electroforesis. En la Figura 3 se muestran los fragmentos generados con tamaños relativos de 6,108, 3,749 y 2,051 pb correspondientes a los tamaños esperados según el mapa de restricción (ver Figura 1).

Figura 3. Identificación del plásmido pBgcpSAH en *E. coli*.

El fragmento mayor contiene secuencias del vector de clonación, incluyendo la secuencia 5' terminal del gen *trnL* el segundo presenta una secuencia de recombinación homóloga 5' ARNr 16S, los transgenes *SOD* y *APX*, y el tercero contiene el transgen *Hph*, resultado que confirma la presencia del cassette de transgenes en la construcción pBgcpSAH.

Para determinar las condiciones óptimas para amplificaciones individuales de los transgenes *SOD*, *APX* y *Hph* y de fragmentos con secuencias de recombinación homóloga ARNr 16S y *trnL*, se desarrollaron reacciones con diferentes pares de iniciadores. Se determinaron las condiciones óptimas de amplificación de cinco amplicones, *SOD*, *APX*, *SOD-APX*, 16S-*SOD* y *Hph-trnL* (Figura 4). Los amplicones *SOD*, *APX* y 16S-*SOD* fueron los que mostraron mayor intensidad, entre dos y tres veces mayores a los que se obtuvieron con los amplicones *Hph-trnL* y *SOD-APX*, posiblemente porque son los que mayor tamaño. Las temperaturas óptimas de alineamiento fueron, 63°C (*SOD*), 64°C (16S-*SOD* y *Hph-trnL*) y 69°C (*APX* y *SOD-APX*); en todos los casos fueron utilizadas las concentraciones de Mg^{++} y ADN molde fueron de 1.5 mM y 1.25 ng/μl por reacción, respectivamente. En todos los casos se lograron obtener amplicones únicos, con los tamaños esperados (ver Figura 2).

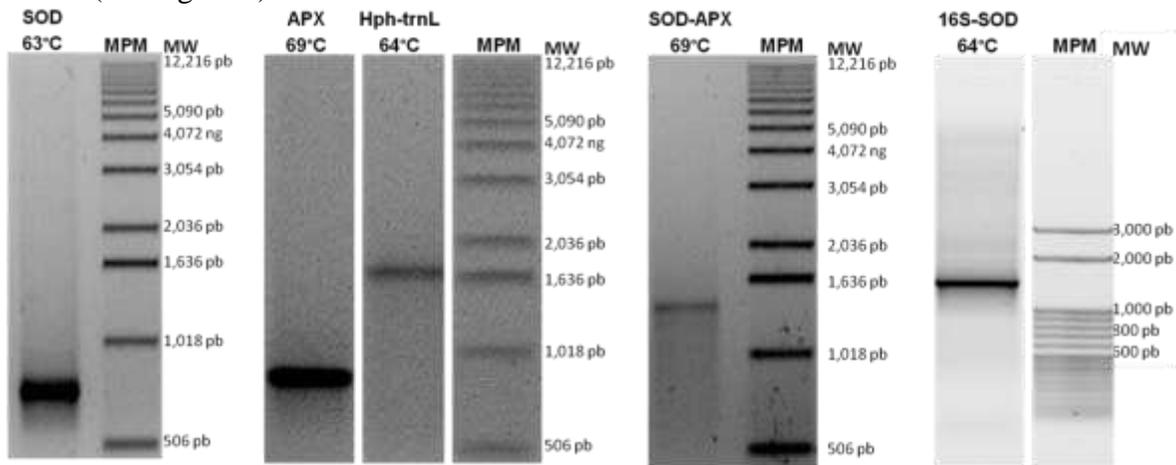


Figura 4. Optimización de amplificación de transgenes en pBgcpSAH.

Los amplicones *SOD* y *APX* confirman la presencia de los transgenes, el amplicón *SOD-APX* indica su vecindad; 16S-*SOD* indica la vecindad de *SOD* a la secuencia de recombinación homóloga 16S; *Hph-trnL* muestra la vecindad de *Hph* a la secuencia de recombinación homóloga *trnL*, además de la presencia de *Hph* en el plásmido pBgcpSAH tal como se esperaría de acuerdo a la Figura 2.

Conclusión

Los amplicones obtenidos confirman la presencia y organización de los transgenes *SOD*, *APX* y *Hph* dentro de la construcción pBgcpSAH, además se han encontrado las condiciones óptimas de reacción para la identificación específica de los transgenes en ADN plasmídico.

Se agradece el apoyo al Conacyt por financiamiento a SAG PDCPN2013-215303 y por apoyo a becario ESHR No. 26036.

Literatura Citada



- Amendola, R., Castillo, E., Martinez, P. (2005). Mexico II Perfiles por País del Recurso Pastura/Forraje. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*, 1; 48–53.
- Barrón, F. (2017). Clonación de transgenes SOD/APX/Hph en un vector para la recombinación homóloga de genomas cloroplastídicos de *Bouteloua gracilis*. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Resultados no publicados.
- Birnboim, H.C., Doly, J. (1979). A rapid alkaline extraction procedure for screening recombinant plasmid DNA. *Nucleic Acids Res.* 7: 1513–1523 pp
- Daniell, H. (2002). Molecular strategies for gene containment in transgenic crops. *Nature Biotechnology.* 20: 581–586 pp.
- Kim, Y.H., Lim, S., Han, S.H., Lee, J.J., Nam, K.J., Jeong, J.C., Lee, H.S., Kwak, S.S. (2015). Expression of both CuZnSOD and APX in chloroplasts enhances tolerance to sulfur dioxide in transgenic sweet potato plants. *Comptes Rendus Biologies.* 338(5): 307-313 pp.
- Lee, S.H., Ahsan, N., Lee, K.W., Kim, D.H., Lee, D.G., Kwak, S.S., Kwon, S.Y., Kim, T.H., Lee, B.H. (2007) Simultaneous overexpression of both Cu/Zn superoxide dismutase and ascorbate peroxidase in transgenic tall fescue plants confers increased tolerance to a wide range of abiotic stresses. *Journal of Plant Physiology* 164:1626-1638 pp.
- Lu, Y., Deng X., Kwak, S. (2010). Over expression of CuZn superoxide dismutase (CuZn SOD) and ascorbate peroxidase (APX) in transgenic sweet potato enhances tolerance and recovery from drought stress. *African Journal of Biotechnology.* 9(49): 8378-8391 pp.
- Madanala, R., Gupta, V., Pandey, A.K., Srivastava, S., Pandey, V., Singh, P.K., Tuli, R. (2015). Tobacco chloroplast as bioreactors for the production of recombinant superoxide dismutase in plants, an industrially useful enzyme. *Plant Mol Biol Rep.* 33 (7); 1107-1115 pp.
- Maliga, P. (2004). Plastid transformation in higher plants. *Annual Review of Plant Biology.* 55: 289–313 pp.
- Mylona, Photini V. Polidoros, Alexios N. (2007). Antioxidant gene responses to ROS-generating xenobiotics in developing and germinated scutella of maize. *Journal of Experimental Botany*, 58(6):1301-1312 pp.
- Siañez, I. (2015). Construcción de genes de superóxido dismutasa y ascorbato peroxidasa, para expresión en plástidos. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

EVALUACION DE ECOTIPOS DE PASTO RHODES (*Chloris gayana*) EN CHIHUAHUA EVALUATION OF RHODES GRASS (*Chloris gayana*) ECOTYPES IN CHIHUAHUA

Pedro Jurado Guerra¹, Humberto Lagos Gómez¹, José L. García Pérez¹, José F. Villanueva Avalos², Jean Hanson³

¹Sitio Experimental La Campana-INIFAP, ²Sitio Experimental El Verdineño-INIFAP, ³Addis Ababa Campus-ILRI

Resumen

El zacate rhodes es un pasto que se adapta a la sequía y altas temperaturas. Existe poca información del comportamiento productivo de variedades de este pasto en el norte de México. El objetivo fue evaluar el crecimiento de ocho ecotipos de pasto rhodes provenientes de Africa. El estudio se realizó en el vivero del Sitio Experimental La Campana en Aldama, Chihuahua, bajo condiciones de malla sombra al 60%. El clima es muy seco semicálido con una temperatura promedio anual de 18 °C y una precipitación media anual de 300 mm. El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones de cada ecotipo y 21 plantas por repetición. Se realizaron muestreos de emergencia, altura de planta, biomasa radical y aérea de los pastos. La emergencia de los ecotipos fue significativa ($P < 0.0001$), variando desde 20% en el ecotipo 6633D hasta un máximo de 98% en los ecotipos 13317D y 7384T. La altura de los pastos al final del estudio fue similar ($P > 0.4281$) con un promedio de 42.1 cm. La biomasa radical y aérea fueron similares entre ecotipos ($P > 0.0649$ y $P > 0.1859$), con una media de 0.595 gr/pl y 0.83 gr/pl, respectivamente. Los ecotipos 13317D, 6633T, 6634D y 7384T presentaron alta emergencia, mientras que los demás presentaron moderada emergencia. Los seis ecotipos evaluados presentaron características similares en cuanto a altura, biomasa radical y aérea.

Palabras clave: Rhodes, emergencia, forraje, raíces, ecotipos.

Abstract

Rhodes grass is drought resistant and performs well in hot weather. However, information about growth performance of rhodesgrass in northern Mexico is scarce. The objective was to evaluate growth of eight African Rhodes ecotypes. The study was performed in La Campana Experimental Station in Aldama, Chihuahua, under rain-shelter conditions, with a shade of 60%. Climate is dry and warm with mean annual temperature of 18 °C, and mean annual precipitation of 300 mm. A completely randomized design and three replications, and 21 plants per replication were used. Plant emergence, height, root and aerial biomass were estimated. Plant emergence was significant ($P < 0.0001$), ranging from 20% in 6633D ecotype to 98% in 13317D and 7384T ecotypes. Plant height at the end of the study was similar ($P > 0.4281$) among ecotypes with a mean of 42.1 cm. Root and aerial biomass were similar ($P > 0.0649$ and $P > 0.1859$) among ecotypes with means of 0.595 gr/pl and 0.83 gr/pl, respectively. Ecotypes 13317D, 6633T, 6634D and 7384T showed high plant emergence, while the rest of the ecotypes showed moderate emergence. All six ecotypes showed similar plant height, and root and aerial biomass.

Keywords: Rhodesgrass, emergence, forage, roots, ecotypes.

Introducción

El zacate rhodes (*Chloris gayana* Kunth) es un pasto originario de Africa, que se adapta a diferentes climas y conocido también como pasto Rhodesia o Hunyani (Bogdan, 1969). Se adapta a sitios con precipitaciones de 600 a 1,000 mm anuales, con frío moderado y es moderadamente tolerante a suelos salinos. El rhodes es una planta perenne, con crecimiento de verano. Presenta una buena germinación y su sistema radical se desarrolla rápidamente (Hernández *et al.*, 2012). Skerman y Riveros (1990) indican que el rhodes es una planta resistente a temperaturas elevadas y Mohamad (1987) reporta que es una planta tolerante a la sequía y salinidad. Herrera y Pámanes (2010) indican que el rhodes es una planta ampliamente cultivada en zonas tropicales de América, tiene buen valor forrajero y que se cultiva en áreas con baja precipitación.

En México se conocen algunas variedades como la Samford, Pioneer, Callide, Katambora, Mbarabara, Pokot, Nzoia, Masaba y Rongai, originarias de Africa pero generadas en Australia (Quero *et al.*, 2013). También las variedades Común y Bell son conocidas en México (Medina *et al.*, 2003). Sin embargo, existe poca información en México sobre el comportamiento productivo de dichas especies y de otras disponibles en el mundo. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es evaluar el crecimiento de ocho ecotipos de pasto rhodes provenientes de Africa. **Materiales y Métodos**

El estudio se realizó en el vivero del Sitio Experimental La Campana en Aldama, Chihuahua, bajo condiciones de malla sombra al 60%. El clima es muy seco semicálido con una temperatura promedio anual de 18 °C y una precipitación media anual de 300 mm. Las condiciones microambientales del vivero durante el estudio, se registraron mediante un “data logger” tipo HOBO U12 (Onset® Bourne, MA) con lecturas cada 5 min, se presentan en el Cuadro 1. Se evaluaron ocho líneas de zacate rhodes provenientes del Banco de Germoplasma del International Livestock Research Institute (ILRI) en Addis Ababa, Etiopía. No se evaluó un ecotipo nativo porque no existe y además no se pudo conseguir semilla de alguna variedad en el mercado local. Se utilizaron charolas de 77 cavidades con un volumen de 170 cm³ de polietireno expandido tipo Copper blockTM con sustrato de mezcla de “peat moss”, vermiculita y perlita conocida comercialmente como LambertTM, adicionada con macro y micronutrientes. El 29 de mayo se sembraron de dos a cuatro semillas por cavidad, dependiendo de la disponibilidad de semilla de cada ecotipo. La semilla se colocó a una profundidad de 1 cm aproximadamente. El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones de cada ecotipo y 21 plantas en cada repetición. Las charolas fueron colocadas en el vivero y se inició el riego manual diariamente para mantener el sustrato a capacidad de campo. Se realizó un desahije de plantas para permitir solamente una planta por cavidad. Se realizaron muestreos de emergencia diariamente durante 28 días después de la siembra y estimaciones semanales de altura de planta en 6 plantas /repetición hasta las 8 semanas después de la siembra. Al final de las 8 semanas se realizó un muestreo destructivo para estimar la biomasa radical y aérea de los ecotipos, en tres plantas por repetición. La biomasa radical se obtuvo por el método de lavado de raíces. La biomasa radical y aérea en materia seca se estimaron después de secar las plantas a 60°C durante 48 hr. Se realizó un análisis de varianza para estimar las diferencias de emergencia, altura de planta y biomasa radical y aérea entre los ecotipos (Kirk, 1982). Se utilizó el PROC GLM en el programa de SAS para el análisis estadístico (SAS, 2011). Se utilizó la prueba de Mínima Diferencia Significativa (LSD) para detectar diferencias entre ecotipos.

Cuadro 1. Condiciones de temperatura, humedad relativa e intensidad de luz en el vivero del Sitio Experimental La Campana, Aldama, Chihuahua.

Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)			Intensidad de luz (lux)		
Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media
38.36	18.94	28.05	75.11	23.91	47.05	25, 121.45	5.60	4, 543.83

Resultados y Discusión

La emergencia de los ecotipos fue significativa ($P < 0.0001$), variando desde 20% en el ecotipo 6633D hasta un máximo de 98% en los ecotipos 13317D y 7384T (Figura 1). Los ecotipos 13329D y 13330D presentaron casi nula emergencia.

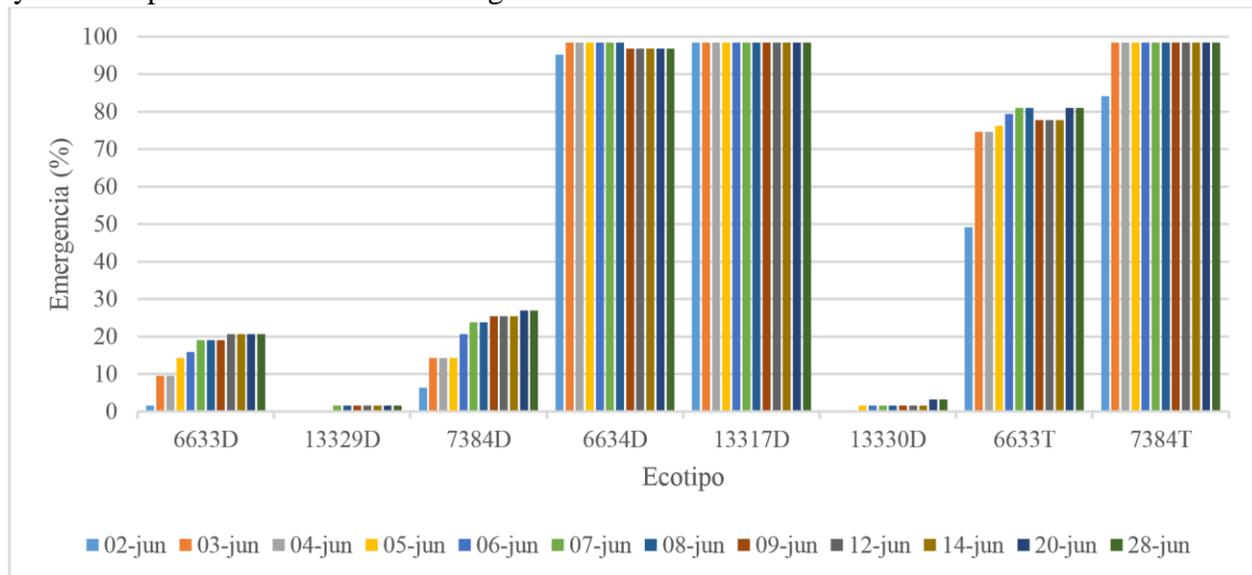


Figura 1. Emergencia de ecotipos de zacate rhodes bajo condiciones de vivero en Chihuahua.

La altura de los pastos al final del estudio fue similar ($P > 0.4281$), con una media de 42.1 cm (Figura 2). Sin embargo, el desarrollo de los ecotipos fue diferente a través de las fechas de muestreo como se puede observar en la figura 2. La biomasa radical y aérea fueron similares entre ecotipos ($P > 0.0649$ y $P > 0.1859$), con una media de 0.595 gr/pl y 0.83 gr/pl, respectivamente.

Medina et al., (2003) indican que el pasto rhodes tiene potencial moderado para zonas semiáridas del norte de México, con producción de forraje desde 3 a 4.5 ton/ha en Zacatecas. Osman *et al.* (2014) encontraron que la producción de forraje seco fue mayor hasta un 58% en la variedad “Hay maker” en comparación con el “Garawya” en un estudio realizado en condiciones de campo en Sudán. Además, ellos observaron diferencias significativas de altura de planta entre las cinco variedades de rhodes evaluadas, sobresaliendo la variedad “Abu Sabein”. Lo anterior muestra la necesidad de generar investigación sobre la diversidad del zacate rhodes ya que podría tener potencial para establecimiento en algunos sitios de zonas semiáridas en el norte de México.

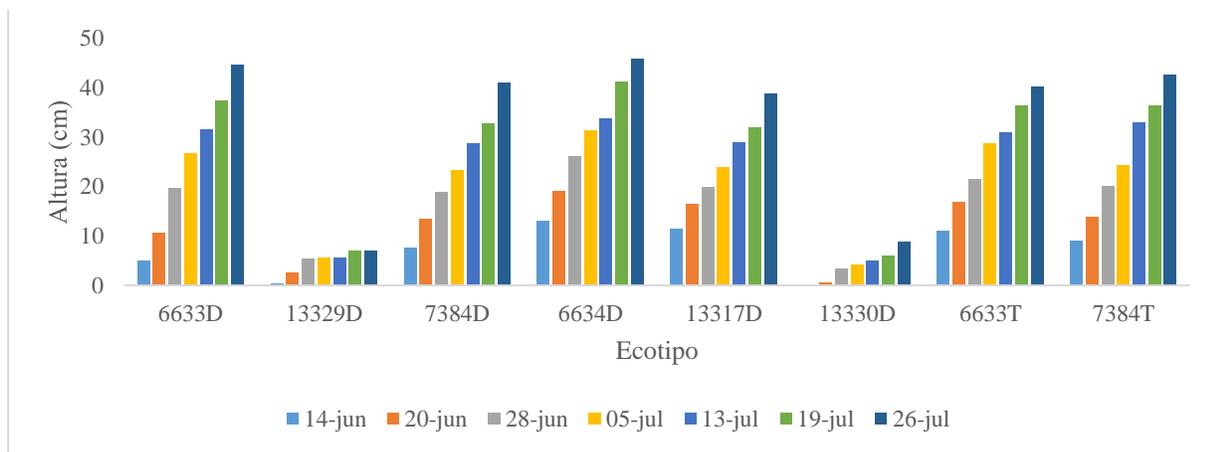


Figura 2. Altura de ecotipos de zacate rhodes bajo condiciones de vivero en Chihuahua.

Conclusiones

Los ecotipos 13329D y 13330D presentaron nula emergencia y no se pudieron evaluar. Los ecotipos 13317D, 6633T, 6634D y 7384T presentaron alta emergencia, mientras que los demás presentaron moderada emergencia. Los seis ecotipos evaluados presentaron características similares en cuanto a altura, biomasa radical y aérea.

Literatura citada

- Bogdan, A.V, 1969. Rhodes grass. *Herbage Abstracts*. 39 (1): 1-13.
- Hernández, G.F.J., G. de los Santos, M.E. Ortega, P. Pérez y A. Quero. 2012. Tamaño de cariósipide y desarrollo de gramíneas para temporal. Congreso Internacional de Pastizales. Zacatecas, Zac.
- Herrera, Y. y D. Pámanes. 2010. Guía de pastos de Zacatecas. IPN-CONABIO.
- Kirk, R.E. 1982. *Experimental Design*, 2nd. Ed. Brooks/Cole Publishing Company, Monterey, Cal., USA.
- Medina, G. 2003. Potencial productivo de especies forrajeras en el estado de Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas-INIFAP-SAGARPA. www.zacatecas.inifap.gob.mx/Potforr/Rhodes.pdf
- Mohamad, N., Q. Imtiaz, and B. Niazi. 1987. Effect of salt stress on growth and ion uptake in Rhodes grass (*Chloris gayana*). *Biologia*. 33: 183-189.
- Osman, A.A.M., A.A.Aziz, and F.S. Babiker. 2014. A comparative study between Rhodes grass (*Chloris gayana* Kunth) with local grass forages. *Universal Journal of Agricultural Research*. 2(2): 50-55.
- Quero, A. L. Miranda y A. Hernández G. 2013. Pasto rhodes (*Chloris gayana* Kunth), 159-164. En: A.R. Quero (Ed.). *Gramíneas Introducidas-importancia e impacto en ecosistemas ganaderos*. Colegio de PostgraduadosSOMMAP-UACH-IICA. Printing Arts Mexico. Guadalajara, Jal.
- SAS. 2011. SAS v. 9.3. SAS Institute. Cary, N.C., USA.
- Skerman, P.J. y F. Riveros. 1990. *Tropical grasses*. FAO. Roma, Italy.



EVALUACION DEL PASTOREO ULTRAINTENSIVO EN RANCHOS GANADEROS DE CHIHUAHUA

EVALUATION OF HIGH-DENSITY GRAZING ON BEEF CATTLE RANCHES IN CHIHUAHUA

Pedro Jurado Guerra¹, Humberto Lagos Gómez¹, Héctor Ramírez Garduño¹, Jesús M. Ochoa Rivero¹

¹Sitio Experimental La Campana-INIFAP

Resumen

El pastoreo es una herramienta toral para el manejo de pastizales en ranchos ganaderos. El pastoreo ultra-intensivo (PUI) es una nueva propuesta para regenerar los pastizales, sin embargo, no existe información sobre este sistema. El objetivo fue comparar el impacto del manejo con PUI y el manejo con pastoreo tradicional (MPT) sobre los pastizales en ranchos ganaderos de Chihuahua. El trabajo se realizó un rancho con PUI y otro contiguo con manejo de pastoreo tradicional en la región de los Valles Centrales de Chihuahua. Se realizaron muestreos de cobertura vegetal, composición florística del pastizal y producción de biomasa aérea total en ambos ranchos. Los datos se analizaron con pruebas de “t” para comparar cada variable entre los dos ranchos. Los resultados fueron similares ($P > 0.05$) en cobertura basal total de plantas, con un promedio de 23.8%. En el PUI se observaron mayores contenidos de mantillo (36.6%) que en el MPT (5.8%), mientras que el MPT mostró mayor porcentaje de suelo desnudo (41.8%) que el PUI (25.7%). La cobertura de especies con buen valor forrajero fue distinta ($P < 0.05$) entre los dos ranchos con 3.4% en el PUI y 9.4% en el MPT. La producción de biomasa total fue diferente ($P < 0.05$) entre ranchos con 2,828 kg M.S./ha en el PUI y 838 kg M.S./ha. El PUI mostró beneficios como mayor cantidad de mantillo y biomasa aérea de plantas, mientras que el MPT presentó una mejor cobertura de pastos de buen valor forrajero.

Palabras clave: Pastoreo no selectivo, producción forraje, diversidad plantas, pastoreo selectivo.

Abstract

Grazing management is a basic tool for rangeland management in beef cattle ranches. High density grazing (HDG) is based on a high density-low frequency system with long rest periods. The objective was to compare HDG with traditional grazing management (TGM) on rangelands of beef cattle ranches in Chihuahua. The study was performed in a beef cattle ranch with HDG and another ranch with TGM in the Central Valleys region of Chihuahua. Plant cover, floristic composition, and aerial plant biomass in both ranches. Data were analyzed with “t” tests to compare each variable between ranches. Results were similar ($P > 0.05$) for plant cover with a mean of 23.8%. In the HDG, litter was higher ($P < 0.05$) (36.6%) than in TGM, while, bare soil (41.8%) was higher ($P < 0.05$) in the TGM. Forage grass cover was higher in TGM with 3.4% in HDG and 9.4% in TGM. Aerial total biomass was different ($P < 0.05$) between ranches with 2,828 kg D.M./ha in HDG and 838 kg D.M./ha. HDG showed beneficial effects such as high litter and aerial plant biomass, while TGM showed a higher forage grass cover.

Keywords: Not selective grazing, forage production, plant biodiversity, selective grazing.

Introducción

El pastoreo se considera como uno de los factores principales para el manejo y rehabilitación de pastizales. Briske y Heitschmidt (1991) mencionan que el manejo del pastoreo involucra la manipulación de los tipos y clases de ganado, carga animal, estación e intensidad de pastoreo realizado a través de los sistemas de pastoreo con el fin de maximizar la producción animal de manera sustentable. Ortega-S *et al.* (2013) demostraron que el manejo flexible de la carga animal basado en la producción de forraje anual, puede lograr un incremento en la rentabilidad de los ranchos ganaderos, aún bajo condiciones de sequía.

Savory (1988) y Butterfield *et al.* (2006) indican que la teoría de que la desertización de las tierras se debía a la sobrepoblación y el sobrepastoreo era incorrecta, y empezó a proponer la inclusión de ganado como herramienta de recuperación de zonas en proceso de desertificación. Voisin (1962) demostró que el sobrepastoreo se producía por un exceso de permanencia en el pasto (tiempo), no por un excesivo número de animales. Según Briske *et al.* (2008), en una revisión extensa de los efectos de los sistemas de pastoreo en pastizales, el pastoreo continuo (sin rotación) de ganado en pastizales es similar o mejor en términos de productividad vegetal y animal que el pastoreo rotacional (incluido el de corta duración) en pastizales áridos y semiáridos. Por otro lado, también 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 (Ferraro y Oosterheld, 2002).

Últimamente, otros sistemas de pastoreo han sido propuestos, tales como el “Pastoreo Adaptativo” y el “Pastoreo Ultra Intensivo” (PUI). Este último sugiere que, a través del efecto del pisoteo con altas densidades de carga animal (arriba de 50,000 kg/ha) y largos periodos de descanso de al menos 90 días o hasta 18 meses después del pastoreo, se mejora la fertilidad y las relaciones hidrológicas del suelo y se tendrá una mayor diversidad de plantas en el pastizal y finalmente un aumento en la capacidad de carga del pastizal. Sin embargo, existe poca información sobre los efectos de dicho sistema en los pastizales semiáridos. Por lo anterior, se propone la evaluación del PUI en ranchos ganaderos del estado de Chihuahua.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en dos ranchos ganaderos contiguos, uno donde se ha implementado el pastoreo ultra-intensivo durante tres años y otro con manejo de pastoreo tradicional (MPT), en el municipio de Riva Palacio, en la región de los Valles Centrales de Chihuahua. El clima de esta región es muy seco templado, con una temperatura media anual de 16 a 18 °C y una precipitación media anual de 300 a 400 mm con régimen de lluvias de verano y una época seca de 8 meses. La vegetación es un pastizal amacollado arborescente (COTECOCA, 1978), aunque en la actualidad la densidad de encinos es baja. Los pastos comunes en estos sitios son navajita (*Bouteloua gracilis*), navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*), banderita (*Bouteloua curtipendula*), tempranero (*Setaria macrostachya*) y gigante (*Leptochloa dubia*). La producción forrajera en estos sitios es de 270 kg/ha de materia seca utilizable, con un coeficiente de agostadero de 18.2 ha/U.A., en condiciones normales de precipitación y con base en vegetación nativa (COTECOCA, 1978).

Se realizaron muestreos de cobertura vegetal basal y aérea, composición florística del pastizal y producción de biomasa aérea total de los dos ranchos. La cobertura vegetal y la composición florística del pastizal se estimaron con base en muestreos de puntos en tres parcelas representativas

de cada rancho, con tres transectos de 50 m por parcela, con un total de 9 transectos por rancho. En cada transecto de 50 m, se realizaron lecturas de cobertura y composición de especies cada 0.5 m, con un total de 100 lecturas por transecto. Al lado de cada transecto, se realizaron cuatro muestreos de 0.25 m² al azar de biomasa total aérea de la vegetación herbácea, incluyendo pastos y hierbas. Las muestras de biomasa fueron secadas para estimar peso seco y se estimó la biomasa aérea seca por hectárea.

Los datos fueron analizados con pruebas de “t” (Kirk, 1982) para detectar diferencias entre los ranchos, para cobertura vegetal, mantillo, suelo desnudo y biomasa total aérea. Se declaró un efecto significativo en cada variable a una probabilidad de 0.05.

Resultados y Discusión

La cobertura basal de los pastizales fue similar ($P>0.05$) en los dos ranchos, con un promedio de 23.8% (Fig. 1). Sin embargo, el porcentaje de mantillo orgánico fue mayor ($P<0.05$) en el rancho con PUI que en el rancho con MPT. Además, el suelo desnudo fue menor en el rancho con PUI con 25.7% incrementando hasta 41.8% en el rancho con MPT. Finalmente, la cobertura de pastos forrajeros fue mayor en el rancho MPT, con 9.4%, comparado con el rancho con PUI. La producción de biomasa vegetal aérea fue mayor en el rancho con PUI, con una media de 2,828 kg M.S./ha y disminuyendo hasta 838 kg M.S./ha en el rancho con MPT. Estos resultados contradicen lo reportado por Briske *et al.* (2008) quienes 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.

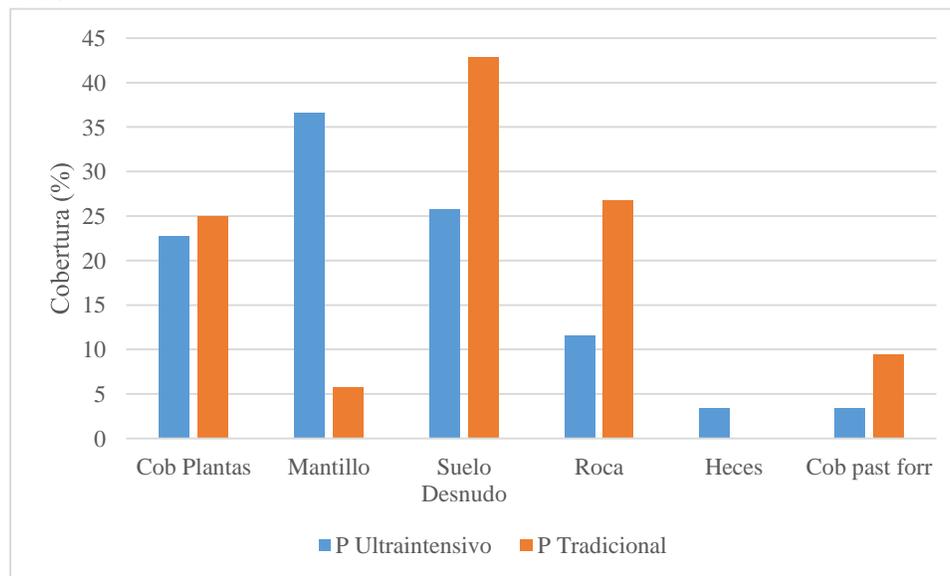


Figura 1. Cobertura basal de los pastizales en ranchos con pastoreo ultra-intensivo y tradicional en Chihuahua.

Las especies de pastos, hierbas y arbustos registrados en los muestreos de composición florística se pueden observar en el cuadro 1. Se registraron un total de 18 especies de plantas para el rancho con PUI y 17 especies para el rancho con PMT. En dichos muestreos, no aparecen el encino (*Quercus* spp) y el táscale (*Juniperus monosperma*), que son plantas comunes en algunos sitios de estos ranchos, sin embargo, esto pudiera deberse a que los sitios seleccionados para el estudio fueron los más accesibles por su topografía y caminos disponibles en cada rancho.

Cuadro 1. Especies de plantas registradas en ranchos con pastoreo ultra-intensivo y tradicional en Chihuahua.

Rancho Pastoreo Ultra-Intensivo		Rancho Pastoreo Tradicional	
Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Pastos		Pastos	
Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>
Banderita	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderita	<i>Bouteloua curtipendula</i>
Navajita Morada	<i>Bouteloua chondrosioides</i>	Navajita Morada	<i>Bouteloua chondrosioides</i>
		Navajita Velluda	<i>Bouteloua hirsuta</i>
Gigante	<i>Leptochloa dubia</i>		
Lobero	<i>Muhlenbergia phleoides</i>		
Tres Barbas	<i>Aristida spp</i>	Tres Barbas	<i>Aristida spp</i>
Zacate de Anillo	<i>Muhlenbergia torreyi</i>		
Zacate guía	<i>Panicum obtusum</i>	Zacate guía	<i>Panicum obtusum</i>
Panicum fa	<i>Panicum fasciculatum</i>		
Panicum spp	<i>Panicum spp</i>		
Zacate de Agua	<i>Eragrostis spp</i>	Zacate de Agua	<i>Eragrostis spp</i>
Zacate pata de gallo	<i>Chloris virgata</i>	Zacate pata de gallo	<i>Chloris virgata</i>
Popotillo plateado	<i>Bothriochloa barbinodis</i>	Popotillo plateado	<i>Bothriochloa barbinodis</i>
Zacate de agua	<i>Eragrostis cilianensis</i>	Zacate de agua	<i>Eragrostis cilianensis</i>
		Zacate cola zorra	<i>Enneapogon desvauxi</i>
		Borregero	<i>Erioneuron pulchellum</i>
Rosado	<i>Melinis repens</i>		
Hierbas		Hierbas	
Zinia	<i>Zinnia multiflora</i>	Zinia	<i>Zinnia multiflora</i>
		Oreja de Ratón	<i>Dichondra argentea</i>
Escobilla anual	<i>Amphiachyris dracunculoides</i>	Escobilla anual	<i>Amphiachyris dracunculoides</i>
Trompillo	<i>Solanum eleagnifolium</i>		
Arbustos		Arbustos	
		Cola de Zorra	<i>Brickellia spinulosa</i>
		Gatuño	<i>Mimosa biuncifera</i>

Conclusiones

Se observó un impacto del tipo de pastoreo en los dos ranchos ganaderos, ya que existieron diferencias en la cantidad de mantillo, suelo desnudo, cobertura basal de pastos forrajeros y biomasa aérea total. El PUI mostró mayor cantidad de mantillo y biomasa aérea total que el MPT, mientras que el MPT mostró mayor cobertura de pastos forrajeros perennes que el PUI. **Literatura citada**

Briske D.D. y R.K. Heitschmidt . 1991. An ecological perspective. In: R.K. Heitschmidt y J. Stuth. (Eds.) Grazing management-an ecological perspective. Timber Press. Portland, Oregon.

Briske D.D. et al. J.D. Derner, J.R. Brown, S.D. Fuhlendorf, WR Teague. 2008. Rotational grazing on rangelands: reconciliation of conception and experimental evidence. *Rangeland Ecology and Management*. 61:3-17.



- Butterfield, J.; Bingham, S and Savory A. 2006. Holistic Management Handbook: Healthy Land and Healthy profits. Island Press.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Chihuahua. SARH.
- Ferraro, D.O. y Oesterheld, M. 2002. Effect of defoliation on grass growth. A quantitative review. *Oikos*, 98: 125133.
- Kirk, R.E. 1982. *Experimental Design*, 2nd. Ed. Brooks/Cole Publishing Company, Monterey, Cal., USA.
- Ortega-S.J.A., S.D. Lukefahr y F.C. Bryant. 2013. Optimum stocking rate, monitoring, and flexibility. *Rangelands*. 35:22-27.
- SAS. 2011. SAS v. 9.3. SAS Institute. Cary, N.C., USA.
- Savory, A. 1988. *Holistic resource management*. Island Press, Washington, DC.

**SIEMBRA DE PASTOS CON HIDROGEL Y SUBPRODUCTOS ORGANICOS EN
NUEVO CASAS GRANDES, CHIHUAHUA
RANGE SEEDING WITH HYDROGEL AND ORGANIC BYPRODUCTS IN NUEVO
CASAS GRANDES, CHIHUAHUA**

Pedro Jurado Guerra¹, Gabriel Sosa Pérez¹, David Hermosillo Rojas¹, José Luis García Pérez¹

¹Sitio Experimental La Campana-INIFAP

Resumen

La siembra de pastos en áreas degradadas es un alto riesgo en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, el uso de productos y subproductos orgánicos podría ayudar a mejorar la humedad de suelo e incrementar la emergencia y establecimiento de pastos nativos. El objetivo del trabajo fue evaluar la aplicación de hidrogel, biosólidos y estiércol de vaca en la siembra de pastos nativos como el navajita (*Bouteloua gracilis*) y banderilla (*Bouteloua curtipendula*). El estudio se llevó a cabo en un pastizal degradado de Nuevo Casas grandes Chihuahua, con clima muy seco templado. Se evaluaron cuatro tratamientos, siembra con ambos pastos y siembra con la aplicación de hidrogel, biosólidos, o estiércol y el testigo. La preparación de cama de siembra fue un doble paso de subsuelo y rastreo manual. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La siembra se realizó a finales de julio. Se estimó la emergencia de plantas y la humedad de suelo en agosto. Los datos fueron analizados con el programa R. La emergencia de pastos navajita y banderita fue diferente ($P < 0.0173$) entre tratamientos, sobresaliendo el hidrogel y biosólidos, ambos con 9 plantas/m². La emergencia total de plantas ($P > 0.187$) y la humedad de suelo fue similar entre tratamientos con 108 plantas/m² y 8.9%, respectivamente. La humedad de suelo aparentemente no fue influenciada por los tratamientos, sin embargo, esto podría atribuirse a la baja intensidad de muestreo realizado. Los tratamientos de hidrogel y biosólidos mostraron buenos resultados en la emergencia de pastos nativos.

Palabras clave: resiembra pastos, densidad plantas, retención humedad en suelo.

Abstract

Seeding of degraded rangelands possess a high risk in arid and semiarid regions. However, use of products and organic byproducts might help to improve soil moisture and increase native grass emergence and establishment. The objective was to evaluate application of hydrogel, biosolids, and cattle manure on seeding of native grasses such as blue grama (*Bouteloua gracilis*) and outside grama (*Bouteloua curtipendula*). The study was conducted in a degraded grassland in Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, under a very dry and temperate climate. Four treatments were evaluated including seeding with blue grama and outside grama, seeding + hydrogel, seeding + biosolids, seeding + cattle manure, and control. Seeding bed consisted on double ripper, and manual raking. A randomized block design was used for the experiment. Seeding was done at the end of July. Plant emergence and soil moisture were estimated in August. Data were analyzed using R program. Blue grama and outside grama emergence was different ($P < 0.0173$) among treatments, where hydrogel and biosolids showed higher emergence compared to seeding, both with 9 plants/m². Total plant emergence ($P > 0.187$) and soil moisture were similar among treatments with 108 plants/m², and

8.9%, respectively. Apparently, soil moisture was not influenced by treatments, however, this could be attributed to the low sampling intensity performed. Hydrogel and biosolids showed good results on native grasses emergence.

Keywords: grass seeding, plant density, soil water.

Introducción

La SEMARNAT (2003) indica que existen alrededor de 4.6 millones de ha de pastizales en la parte semiárida central del estado de Chihuahua y son la base de la ganadería extensiva. Sin embargo, cerca del 40% se encuentran en estados de salud de moderado-extremo a extremo y requieren de algún tipo de rehabilitación para recuperar su funcionalidad ecológica (Royo *et al.*, 2005). En algunas áreas muy degradadas, es recomendable la siembra de especies forrajeras nativas con el fin de aprovechar sus características de adaptación al clima y al suelo y prevenir desastres ecológicos. Desafortunadamente, la siembra de especies nativas ha presentado una baja emergencia y establecimiento, siendo una práctica de alto riesgo, sobre todo por la baja y errática precipitación en zonas áridas y semiáridas. El uso de productos y subproductos con alta capacidad de retención de humedad, podría ayudar a incrementar la disponibilidad de humedad en el suelo y así aumentar la emergencia y permitir el establecimiento de pastos.

El hidrogel es un compuesto químico con gran capacidad de retención de agua, el cual ayuda a incrementar el crecimiento de raíz y la emergencia y crecimiento de pastos de invierno como el ballico perenne (*Lolium perenne*) y festuca (*Festuca rubra*) (Hadam, 2009; Jankowski *et al.*, 2011). Los biosólidos, un subproducto orgánico de las plantas de tratamiento de aguas residuales, incrementa la infiltración de agua de lluvia en el suelo y su retención en pastizales áridos y semiáridos (Moffet *et al.*, 2005; Jurado *et al.*, 2006). Además, Jurado *et al.* (2006) indican que los biosólidos incrementan el crecimiento de pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) con la aplicación superficial de biosólidos. Similarmente, Mata-González *et al.* (2006) observaron que la aplicación de biosólidos y estiércol de vaca promueven el crecimiento de pastos nativos como el navajita y navajita negra (*Bouteloua eriopoda*). Considerando que la siembra de pastizales es una alternativa para rehabilitar pastizales muy degradados, el objetivo del estudio fue evaluar la aplicación de hidrogel, biosólidos y estiércol de vaca lechera en la siembra de pastos nativos navajita y banderita en un pastizal degradado.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un pastizal degradado en el municipio de Nuevo Casas Grandes. El clima del área de estudio es muy seco templado, con temperatura media anual de 16 °C y precipitación de 300 mm anuales, con un relieve de bajadas con lomeríos y suelo Arenosol en áreas de pastizales (INEGI, 2010). Se estimó la precipitación pluvial del sitio durante el estudio con un pluviómetro tipo data-logger (Fig. 1). La preparación de terreno fue con doble paso de subsuelo en el mes julio de 2017 y se aplicó un paso de rastrillo manual antes de la siembra para desmenuzar el terreno. Los tratamientos incluyeron la siembra de pastos (S) al voleo, con una mezcla de 50% pasto navajita y 50% banderita (*Bouteloua curtipendula*) a finales del mes de julio. Además, los tratamientos incluyeron aplicación de hidrogel en dosis de 25gr/m² (S+H), biosólidos en dosis de 10 ton M.S./ha (S+B, estiércol de vaca lechera en dosis de 10 ton M.S./ha (S+E). También se incluyó el testigo

(T) sin siembra. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones (Kirk, 1982). En el mes de agosto, aproximadamente un mes después de la siembra, se realizaron muestreos de emergencia de plantas con un cuadrante de 0.25 m² por parcela. Además, se estimó la humedad volumétrica del suelo con equipo de “TDR”. El análisis estadístico se realizó con el Programa “R” (Bates *et al.*, 2017), las diferencias estadísticas se declararon con una probabilidad de 0.05. Se realizó una transformación de logaritmo base 10 en la variable de emergencia de pastos para cumplir con el supuesto de normalidad de los residuales.

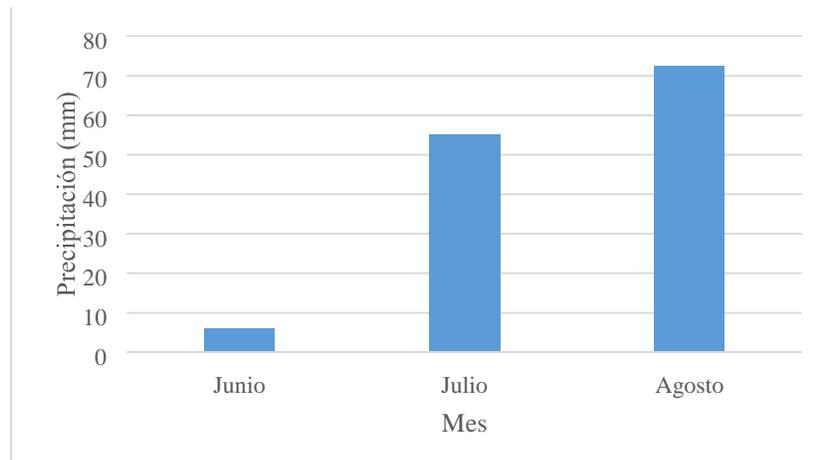


Figura 1. Precipitación (mm) mensual en Nuevo Casas Grandes, Chihuahua de Junio-Agosto 2017.

Resultados y Discusión

La humedad del suelo fue similar entre tratamientos con 8.9%. Considerando que los pastos sembrados tienen altos requerimientos de humedad para emerger y establecerse, es extraño que la humedad del suelo fue similar entre tratamientos, lo cual pudiera deberse a que sólo se realizó un muestreo en las parcelas. La emergencia de los pastos sembrados (navajita y banderita) fue diferente ($P < 0.0173$) entre tratamientos (Fig. 2). En general, la emergencia fue similar entre todos los tratamientos con siembra y cualquier producto o subproducto orgánico y todos los tratamientos fueron superior al testigo. La mayor emergencia de pastos sembrados en los tratamientos de hidrogel y biosólidos pudieran atribuirse a la retención de humedad de suelo en estos materiales como se ha reportado en diferentes estudios.

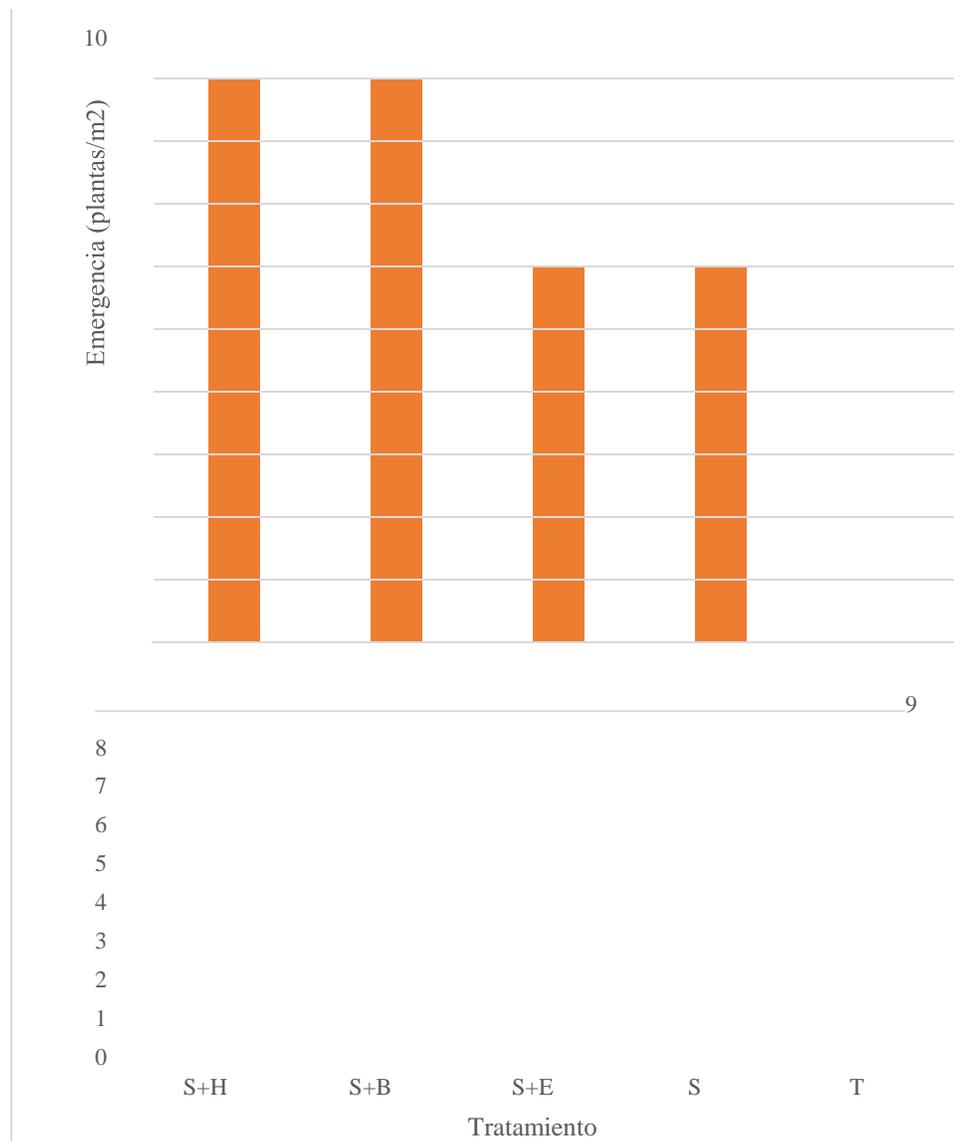


Figura 2. Emergencia (plantas/m²) de pastos navajita y banderita con diferentes tratamientos en Chihuahua (S+H=Siembra + Hidrogel, S+B=Siembra + Biosolidos; S+E=Siembra + Estiércol, S=Siembra, T=Testigo).

La emergencia total de plantas fue similar ($P > 0.187$) entre tratamientos, con un promedio de 108 plantas/m². Los pastos presentes en las parcelas, además de navajita y banderilla fueron zacates anuales como el *Bouteloua barbata*, *Bouteloua aristidoides*, *Eragrostis* spp y *Aristida* spp. Además, se presentaron una gran cantidad de hierbas anuales, que están por identificarse. Este proceso de revegetación es natural dentro de la sucesión secundaria que los ecosistemas naturales tienen como respuesta a un disturbio, iniciando con la aparición de plantas anuales como se observó en este trabajo.

Conclusiones

Aunque estos resultados son preliminares y considerando la baja precipitación en el área de estudio, se observa una tendencia positiva en la emergencia de pastos sembrados con la aplicación de

hidrogel y biosólidos. El tratamiento de siembra + estiércol no tuvo influencia en la siembra de pastos en esta evaluación preliminar.

Literatura citada

- Hadam, A. 2009. Effect of hydrogel on the turf grass species growing under drought stress. Department of Environmental Protection, University of the Life Science in Warsaw. 0-608-072-333.
- INEGI. 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Nuevo Casas Grandes, Chihuahua. Clave geoestadística 08050.
- Jankowski, K., J. Jankowska, and J. Sosnowski. 2009. Rooting properties of lawn grasses established on the basis of red fescue in the aspect of the applied hydrogel. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(3) 2011, 69-78.
- Jurado-Guerra, P., D.B. Wester y E.B. Fish. 2006. Soil nitrate nitrogen dynamics after biosolids application in a tobosagrass desert grassland. *Journal of Environmental Quality*. 35: 641-650.
- Jurado, G.P., M. Luna L., R. Barretero H., M. Royo M. y A. Melgoza C. 2006. Producción y calidad de forraje y semilla del zacate navajita con la aplicación de biosólidos en un pastizal semiáridos de Jalisco. *Técnica Pecuaria en México*. 44: 289-300.
- Kirk, R.E. 1982. *Experimental Design*, 2nd. Ed. Brooks/Cole Publishing Company, Monterey, Cal., USA.
- Mata-Gonzalez, R., R. E. Sosebee, and C. Wan. 2006. Effect of Types of Biosolids and Cattle Manure on Desert Grass Growth. *Rangeland Ecol. Management*. 59:664-667.
- Moffet, C.A., R.E. Zartman, D.B. Wester y R.E. Sosebee. 2005. Surface biosolids application: Effects on infiltration, erosion, and soil organic carbon in Chihuahuan desert grasslands and shrublands. *Journal of Environmental Quality* 34, 299-311.
- Bates, D., J. Chambers, P. Dalgaard, S. Falcon, R. Gentleman, K. Hornik, S. Iacus, R. Ihaka, F. Leisch, U. Ligges, T. Lumley, M. Maechler, D. Murdoch, P. Murrell, M. Plummer, B. Ripley, D. Sarkar, D. Lang, L. Tierney, and S. Urbanek. 2017. R: A language and environments for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org>.
- Royo, M., A. Melgoza, J S. Sierra, R. Carrillo, P. Jurado, R Gutiérrez y F. Echavarría. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Gob. Del Edo.-INIFAP-Fundación Produce Zacatecas. Zacatecas, Zac. SEMARNAT. 2003b.
- Compendio de estadísticas ambientales 2002. México, D.F.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE PASTOS TROPICALES EN SUELO LITOSOL EN DOS ÉPOCAS, EN YUCATÁN MEXICO

TROPICAL GRASS CHEMICAL COMPOSITION IN SOIL LITOSOL IN TWO TIMES IN YUCATAN MEXICO.

María A. López^{1*}, Javier E. Castillo¹ y Rosendo A. Alcaraz¹

¹Campo Experimental Mocochoá CIR SURESTE-INIFAP lopez.aurelia@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la composición química de 15 gramíneas de crecimiento amacollado en suelo litosol en dos épocas del año. Las especies forrajeras fueron diez cultivares del género *Panicum*, cuatro del género *Brachiaria* y uno del género *Paspalum*. Los cortes para los muestreos se realizaron cada 42 días en la época seca y lluvia. Para determinar la composición química, se tomaron muestras de 250 g de cada una, que se pesaron antes y después de colocarlas en una estufa a 60° C durante 48 horas para determinar la MS; las muestras se molieron con un molino tipo Willey con criba de 1mm. Se les determinó la MS, Cen, PC y FND. Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey. Para la PC existieron variaciones ($P < 0.05$) entre cultivares, con promedios de 11.5 hasta 8.7%. Relacionado al contenido de FND, no se observaron efectos de época, pero si se observaron entre cultivares (58.7-68.7%). Las Cen presentaron variaciones tanto de época como entre cultivares (6.9- 9.9%). Cinco variedades no cumplen el valor mínimo requerido de PC (7%) en la época seca, sin embargo, todos los cultivares pueden ser utilizados, tomando en consideración su composición química al realizar las raciones a base de mezclas con leguminosas, minerales y alimentos energéticos como los granos, melaza y pastas entre otros.

Palabras clave: Composición química, gramíneas, amacollados

Abstract

The objective of the study was to evaluate the chemical composition of grasses 15 of growth amacollado on litosol soil at two times of the year. Forage species were ten cultivars of the genus *Panicum*, four of the genus *Brachiaria* and one of the genus *Paspalum*. Cuts to samplings were carried out every 42 days in the dry season and rain. To determine the chemical composition, samples were taken from 250 g each, which were weighed before and after placing them in an oven at 60 ° C for 48 hours to determine the MS; the samples were ground with a mill type Willey with 1 mm sieve. It was determined the DM, Cen, CP and NDF. The data were subjected to analysis of variance and a Tukey multiple comparison test. Variations existed for the PC ($P < 0.05$) between cultivars, with averages of 11.5 up to 8.7%. Related to the content of NDF, no effects were observed at time, but if they were observed between cultivars (58.7 - 68.7%). The Cen presented variations both of time and between cultivars (6.9 - 9.9%). Five varieties do not meet the minimum required PC (7%) in the dry season, however, all cultivars can be used, taking into consideration its chemical composition to make rations based on mixtures with legumes, minerals and nutrients energy such as grains, molasses and pasta among others.

Introducción

La fuente principal de sostenimiento de los rumiantes en los sistemas de producción ganadera son las gramíneas nativos e introducidos. Los pastos nativos contribuyen fuertemente en la alimentación del ganado bovino, aunque generalmente tienen una producción baja y estacional, que se suma a un pobre valor nutritivo; sin embargo, su importancia está dada por la superficie que ocupan en la región tropical de México (55 a 65 por ciento) (Enríquez *et al.*, 2011). Por otra parte, la mayoría de los pastos introducidos, son de origen africano, en donde se presenta la mayor diversidad de gramíneas para la alimentación de ganado, otros son de origen asiático, unos pocos son producto del mejoramiento genético. Todos han presentado buena adaptación a las diferentes condiciones del trópico mexicano (Enríquez *et al.*, 2011). Sin embargo, los pastos presentan variaciones en su composición química debido a fluctuaciones del clima, composición del suelo, edad de corte y época del año que pueden influenciar la digestibilidad (De Alba, 1967). El análisis químico de los forrajes permite conocer su composición y proporciona información básica para su manejo en la dieta de los animales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química de 15 gramíneas de crecimiento amacollado en suelo litosol en dos épocas del año.

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. El número de tratamientos para el experimento correspondió a 15 cultivares de especies forrajeras de crecimiento amacollado distribuidos bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Las especies forrajeras evaluadas fueron diez cultivares del género *Panicum* tales como: Tanzania, Aruana, Likoni, Atlas, CIAT 16051, CIAT 16061, Guinea, Mombaza, Vencedor y Massai; cuatro del género *Brachiaria*, entre ellos Insurgente, Yacaré, MG5, Mulato II y uno del género *Paspalum*, el Suerte. Los cortes para los muestreos se realizaron cada 42 días en la época de seca y lluvia. Para determinar la composición química de las variedades, se tomó una muestra por parcela de aproximadamente 250 g, que fueron pesadas antes y después de colocarlas en una estufa con circulación de aire forzado a 60° C durante 48 horas, para determinar el contenido de materia seca (MS); lo cual se obtuvo dividiendo peso seco entre peso fresco multiplicado por 100. 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 MS, cenizas (Cen) 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 15 cultivares de especies forrajeras tropicales estudiadas; de acuerdo a los resultados, existieron variaciones ($P < 0.05$) entre los cultivares y entre épocas del año. Se destaca los mayores porcentajes de PC para los pastos Vencedor, Aruana y Mulato II, en la época de lluvias y Likoni, CIAT16061, Vencedor y Aruana en la época de seca con valores que van de 11.5 a 9.3%. De igual forma en la época de lluvias sobresalen cinco grupos que se describen de mayor a menor; 1) Vencedor, Aruana y Mulato II (11.5, 10.6 y 9.7%); 2) CIAT16051, Atlas, Tanzania, CIAT16061 y Guinea común (8.9, 8.9, 8.7, 8.6 y 8.5%); 3) Likoni, Massai y Yacaré (8.4, 8.3 y 8.0%); 4) Mombaza, Insurgente y MG5 (7.7, 7.4 y 7.0%) y 5) El cultivar Suerte con 6.9 %. En la época de seca, se identifican cuatro grupos con porcentajes de PC que van de mayor a menor; 1) Likoni, CIAT16061, Vencedor y Aruana (9.7, 9.6, 9.4 y 9.3%); 2) CIAT16051, Atlas y Massai (8.5, 8.2 y 8.1%); 3) Mulato II, Tanzania y Guinea (7.8, 7.7 y 7.7%) y 4) Mombaza, Insurgente, Suerte, MG5 y Yacaré (6.9, 6.7, 6.5, 6.1 y 5.2%). En la época de lluvia solo un cultivar (Suerte) presentó 6.9% de PC y en la época de seca cinco cultivares tuvieron valores (5.2 a 6.9 %) menores de 7 %, que es el valor mínimo requerido para promover el crecimiento microbiano a nivel de rumen (Van Soest, 1994); el efecto de bajos niveles de PC en los forrajes se refleja en el comportamiento animal a través de una reducción del consumo voluntario y un mayor tiempo de permanencia en el rumen (Nandra *et al.*, 1993); los porcentajes obtenidos en estos cinco cultivares pudo estar influenciado por la época, que fue la de menor precipitación (seca).

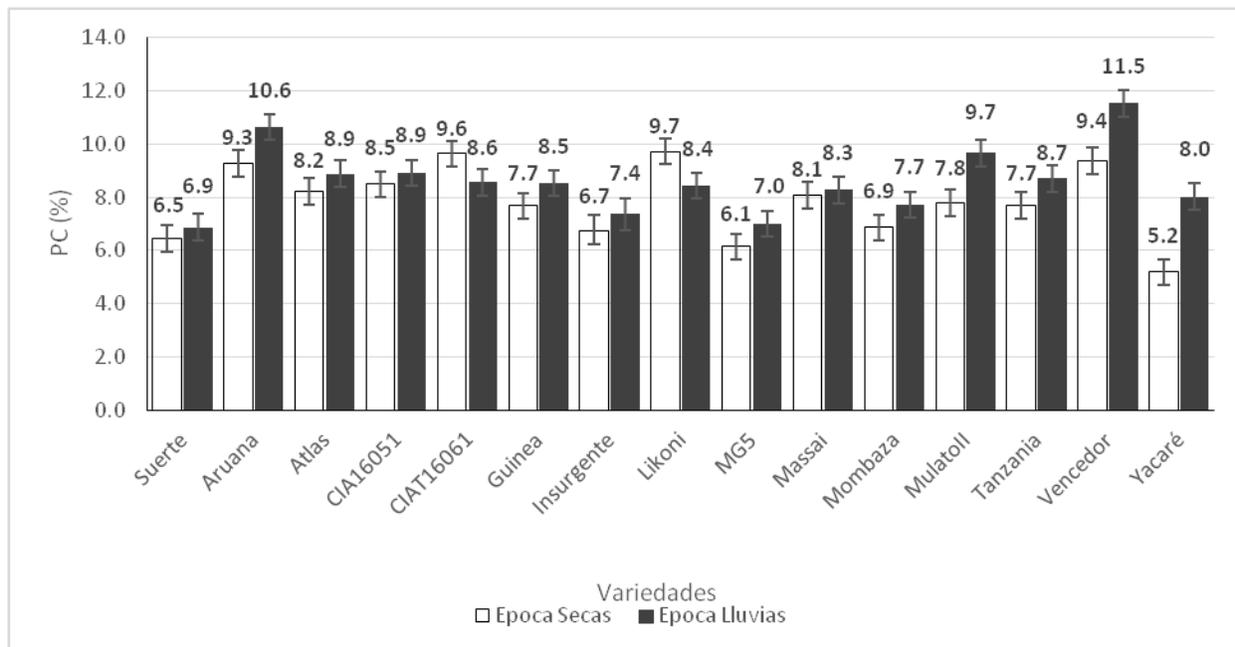


Figura 1. Proteína cruda de 15 cultivares de especies forrajeras tropicales de crecimiento amacollado en dos épocas del año.

Relacionado al contenido de FND en los cultivares, no hubo efectos de época ($P > 0.05$). Entre variedades si se observaron diferencias ($P < 0.05$) (cuadro 1), los valores más bajos se observaron en las variedades Mulato II y Yacaré; sin embargo, excepto la variedad Massai que tuvo 71.4% de FND, todos los demás cultivares están por debajo del 70 % de FND, que es el máximo requerido para que los rumiantes tengan una buena digestibilidad y no se afecte el consumo voluntario (Minson, 1990); en la FND el contenido de la pared celular define la parte fibrosa de los materiales

utilizados para la alimentación de rumiantes y está integrada por celulosa, hemicelulosa, lignina, pectina y otros componentes, su importancia se centra en promover la producción de ácidos grasos volátiles que al final se traducen en aumentos del contenido graso en la leche (Vargas, 2008).

Respecto a las cenizas o materia mineral de las gramíneas estudiadas hubo variaciones con valores de 12.5 hasta 8.5 % para los cultivares Vencedor y Massai, respectivamente. A diferencia de este estudio, otros autores (Juárez *et al.*, 2009) encontraron en Tanzania valor menor de PC (4.64%) y similar en Guinea (8.9%), y mayores valores en FND (74 Y 72.7 %) y Cen (15.0 y 11.5 %), para Tanzania y Guinea, respectivamente. Asimismo, Rodríguez *et al.* (2013), reporta mucha variación para Insurgentes, Mulato II, Guinea común, Tanzania y Massai, Llanero y pasto nativo, en valores de PC (5.48-16.82%) FND (51.63-65.96%) y Cen (8.6-15.69%); relacionado a estas diferencias, los autores mencionan que es necesario poner especial cuidado en los nutrientes que presentan mayor variación entre pastos, cuando los animales se mantienen la mayor parte del tiempo en pastoreo o también al balancear una ración, se debe considerar estas diferencias del nutriente, ya sea por localidad o por edad del pasto.

Cuadro 1. Composición química de 15 cultivares de especies forrajeras tropicales de crecimiento amacollado en dos épocas del año.

Cultivar	FND%	Cen %
Suerte	63.6±1d	10.5±0.3b
Aruana	67.7±1.5bc	9.2±0.3cde
Atlas	65.3±1bcd	10.4±0.3b
CIAT16051	66.8±1bcd	9.8±0.3bcd
CIAT16061	66.6±1bcd	10±0.3bcd
Guinea	64.9±1cd	11.7±0.3a
Insurgente	65.4±1.2bcd	9.9±0.4bc
Likoni	65.7±1bcd	10.7±0.3b
MG 5	64±1d	10±0.3bcd
Massai	71.4±1a	8.5±0.3e
Mombaza	68.7±1ab	10.2±0.3bc
Mulato II	58.7±1e	10.2±0.3bc
Tanzania	68.6±1ab	9.1±0.3de
Vencedor	65.7±1bcd	12.5±0.3a
Yacaré	59.9±1e	10.6±0.3b

Abcde literales diferentes por columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Conclusiones

De acuerdo a los resultados, cinco variedades no cumplen el valor mínimo requerido de PC (7%), que es el valor mínimo requerido para promover el crecimiento microbiano a nivel de rumen, sin embargo, todos los cultivares pueden ser utilizados, tomando en consideración su composición química al realizar las raciones a base de mezclas con leguminosas, minerales y alimentos energéticos como los granos, melaza y pastas entre otros.

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. Official Methods of Analysis. 18th ed. AOAC International Gaithersburg, MD, EEUU. Consulta junio de 2016. Disponible en www.aoac.org.
- De Alba J. 1967. Avances de la alimentación animal en Latino América. Las Ciencias Agrícolas en América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. (IICA) y ALAF. Cap. XVII. San José, Costa Rica 419p.
- Enríquez, Q. J. F., F. Meléndez N., E. D. Bolaños A. y V. A. Esqueda E. 2011. Producción y Manejo De Forrajes Tropicales En México INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental La Posta. Libro Técnico Núm. 28 División Pecuaria.
- Juárez Reyes, Arturo Saúl, Cerrillo Soto, María Andrea, Gutiérrez Ornelas, Erasmo, Romero Treviño, Elvia Margarita, Colín Negrete, Javier, Bernal Barragán, Hugo, Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas in vitro. Técnica Pecuaria en México [en línea] 2009, 47 (Enero-Marzo) : [Fecha de consulta: 8 de agosto de 2017] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61312109004>> ISSN 0040-1889.
- Minson, D. J. 1990. Forage in ruminant Nutrition, Academic Press, Inc. London. Pp 9-148.
- Nandra, K. S., A. Hendry, and R. C. A. Dobos. 1993. Study of voluntary intake and digestibility of roughages in relation to their degradation characteristics and retention time in the rumen. Animal Feed Science and Technology. 43. 227-237.
- Rodríguez-Ramírez MR; González-Sotelo A; Yáñez- Muñoz A; Silva-Luna M; Gómez-Escobar CI. 2013. Composición química de recursos forrajeros para la alimentación de ovinos en Colima, México. INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Tecomán. Folleto técnico No.3 Tecomán, Colima. México.
- SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT 9.2 User’s Guide, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Van Soest, P. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. New York. Cornell University Press. 2 ed. 463 p.
- Van Soest, P. J. 1996. Nutritional ecology of the ruminant. 2aEd. Cornell University Press. Ithaca U S A. pp 476.
- Vargas RC. 2008. Comparación Productiva de Forraje Verde Hidropónico de Maíz, Arroz y Sorgo Negro Forrajero. *Agron. Mesoam. Costa Rica*,19: 233-240.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE SUPERÓXIDO DISMUTASA EN EXTRACTOS DE *E. coli* TRANSFORMADAS CON UN TRANSGEN SINTÉTICO

SUPEROXIDE DISMUTASE ENZYMATIC ACTIVITY IN EXTRACTS OF *E. coli* TRANSFORMED WITH A SYNTHETIC TRANSGEN

B. Mendoza Arvizu¹, F. Barrón Olvera¹, Q. Rascón Cruz¹, T. S. Siqueiros Cendón¹, E. A. Espinoza Sánchez¹, C. R. Morales Nieto², G. A. Aguado Santacruz³, B. Moreno Gómez³ y S. Arévalo Gallegos¹.

¹Facultad de Ciencias Químicas, UACH; ²Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH; ³Bioqualitum, Gto.

Resumen

El objetivo del trabajo fue determinar la actividad de superóxido dismutasa en extractos totales de bacterias de *Escherichia coli* transformadas con un transgen sintético de la enzima Cu/Zn-SOD. Los tiempos de duplicación de bacterias transformadas y no transformadas en medios de cultivo líquidos se determinó por fotocolorimetría. Los extractos celulares se obtuvieron lisando células metabólicamente activas en un amortiguador que preserva la funcionalidad de enzimas. La cuantificación de proteínas totales se realizó por espectrofotometría, en relación a una muestra de concentración conocida. La actividad enzimática SOD en los extractos se realizó utilizando un kit comercial y se analizaron los niveles en referencia a un extracto de bacterias no transformadas. Los tiempos de duplicación de bacterias transformadas con pBgcpSAH fueron similares a los de transformadas con pTBg5kb, 40.5 ± 1.5 y 35.5 ± 1.5 min, así como la cantidad de proteínas totales en los extractos, 0.086 y 0.073 $\mu\text{g}/\text{UK}$, respectivamente. La actividad enzimática SOD en el extracto de bacterias transformadas con el transgen Cu/Zn-SOD fue mayor un 28% a la del extracto de la cepa no transformada. Las clonas transformadas contienen un cassette de transgenes sintéticos de superóxido dismutasa y ascorbato peroxidasa, genes de potencial importancia agronómica, en un vector de clonación diseñado para la introducción de los transgenes directamente en el genoma cloroplastídico del pasto forrajero *Bouteloua gracilis*. La funcionalidad de Cu/Zn-SOD en bacterias indicaría que también sería funcional en cloroplastos de *B. gracilis* transformadas, las cuáles tendrían una mayor tolerancia al estrés oxidativo, evitando la transferencia horizontal de transgenes a plantas silvestres.

Palabras clave: *Escherichia coli*, extractos, actividad enzimática, Cu/Zn-SOD.

Summary

The objective of this study was to determine the superoxide dismutase activity in a *Escherichia coli* bacterial total extracts transformed with a synthetic Cu/Zn-SOD transgene. Transformed and non transformed bacteria doubling times in liquid culture media were determined by photcolorimetry. Cell extracts were obtained lysing metabolically active cells in a buffer that preserves the functionality of enzymes. Total protein quantification was performed by spectrophotometry, in relation with a sample of known concentration. The SOD enzyme activity in the extracts were performed with a commercial kit, using a nontransformed bacteria extracts as a reference. The pBgcpSAH and pTBg5kb transformed bacteria doubling times were similar, 40.5 ± 1.5 and 35.5 ± 1.5 min, as well a total protein amounts, 0,086 y 0,073 $\mu\text{g}/\text{UK}$, respectively. The SOD enzymatic activity from Cu/Zn-SOD transformed bacteria extracts were 28% greater than non-transformed bacteria extracts. The *Cu/Zn-SOD/APx/Hdh* transformed cells contains a

cassette of synthetic superoxide dismutase and ascorbate peroxidase transgenes, of agronomic importance potential, cloned in a vector designed for the introduction of transgenes directly into the chloroplast genome of *Bouteloua gracilis* forage grass. The SOD increased activity in transformed bacteria extracts seems to indicate that Cu/Zn-SOD could be potentially functional in chloroplast from transformed *B. gracilis*, and would have a greater oxidative stress tolerance, this probably could avoid the horizontal transfer of transgenes to wild plants.

Introducción

Bouteloua gracilis [(Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.] es un pasto con gran importancia por sus características forrajeras y además sus contribuciones a la biósfera de las regiones semiáridas. Sin embargo, su supervivencia se ve amenazada cuando las condiciones biológicas y físicas son desfavorables y saturan los mecanismos de tolerancia de la planta (Amendola *et al.*, 2005). Una alternativa para mejorar las condiciones de regiones semiáridas es la rehabilitación de pastizales, incluyendo el mejoramiento genético de pastos. Se ha reportado en plantas de *Nicotiana tabacum* transformadas con cDNAs de superóxido dismutasa (Cu/Zn-SOD) (SOD; EC: 1.15.1.1) y ascorbato peroxidasa (APX) de expresión nuclear que contenían un péptido señal para tráfico de estas proteínas a cloroplastos, que semillas de estas plantas presentaban mayores actividades enzimáticas de SOD y APX, respecto a semillas provenientes de plantas no transformadas, manteniendo la actividad enzimática antioxidante durante el desarrollo de la semilla y hasta dos años de almacenamiento seco a temperatura ambiente (Lee *et al.*, 2010), mejorando la germinación y longevidad de semillas, la fotosíntesis y el desarrollo de raíces en diferentes condiciones de estrés (Lee *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2015).

En el laboratorio de Biotecnología I de la Facultad de Ciencias Químicas de la UACH se diseñó y construyó un cassette de transgenes sintéticos *Cu/Zn-SOD/APX/Hdh* que codifican para las enzimas Cu/Zn-SOD y APX e Higromicina B 4-0 Cinasa (Hph) (Siañez, 2015). Los transgenes se clonaron en un vector específico para la transformación de genomas cloroplastídicos del pasto forrajero *B. gracilis*, con el propósito de mejoramiento genético a través de la generación de plantas transplastómicas, minimizando con ello el riesgo de transferencia y diseminación ambiental de transgenes a través del polen (Barrón, 2017, tesis M.C. en BT, FCQ-UACH, en proceso). Los transgenes contienen secuencias reguladoras de transcripción y traducción tipo bacteriano, es decir, del mismo ambiente que en el cloroplasto vegetal. Se desconoce si los transgenes sintéticos Cu/ZnSOD y APX se expresan en las bacterias transformadas y además son funcionales. El objetivo de este trabajo fue determinar si se presenta aumento en la actividad enzimática de SOD en extractos de células transformadas con Cu/Zn-SOD en relación a la actividad en extractos de células no transformadas. Actualmente se está determinando la actividad enzimática de APX en bacterias transformadas y se están seleccionando células de *B. gracilis* potencialmente transformadas con el cassette de transgenes *Cu/Zn-SOD/APX/Hdh*. La transformación de células de *B. gracilis* para generar plantas transplastómicas que potencialmente expresaran una mayor tolerancia al estrés oxidativo, posiblemente mejorarían algunas propiedades tales como nivel de germinación y establecimiento en pastizales en regiones semiáridas y, que además contuvieran los transgenes en estas plantas disminuyendo el riesgo de transferencia horizontal de transgenes, ya que el polen no contiene ADN cloroplastídico.

Materiales y Métodos

Los tiempos de duplicación de cuatro cepas, *E. coli* Mach1/pBgcpSAH, *E. coli* DH5 α /pTBg5kb transformadas con los transgenes *Cu/Zn-SOD/APX/Hdh* y el vector de clonación respectivamente, y las cepas huésped *E. coli* Mach1 y *E. coli* DH5 α sin transformar se obtuvieron a partir de cultivos líquidos (37°C, 150 rpm) en medios LB+100 μ g/ μ L de higromicina + 100 μ g/ μ L de ampicilina, LB+100 μ g/ μ L de ampicilina para las células transformadas respectivamente y LB sin antibióticos para las células huésped en ensayos por duplicado. Los extractos se obtuvieron de cultivos de 10 ml en la fase exponencial media de crecimiento (550 UKs), con una modificación del método de Engelke *et. al.*, (1990) para la obtención de proteínas recombinantes, utilizando el inhibidor de proteasas (cOmplete ULTRA Tablets, Mini, EDTA-free *EASYpack* de Roche®) en la solución de extracción. La cantidad total de proteínas presentes en los extractos bacterianos se cuantificó por el método fotolorimétrico de Biuret (Sigma-Aldrich®) en ensayos por triplicado, utilizando albúmina como referencia en una curva de calibración con un coeficiente de correlación de 0.9948 y la ecuación de la recta. Los extractos totales se conservaron a -20°C en glicerol al 30% v/v como crioprotector en la solución amortiguadora. La actividad de SOD sobre aniones superóxido se determinó con el método quimioluminiscente del *Superoxide Anion Assay Kit* (Sigma®) que se basa en un sistema formador de aniones superóxido los cuales oxidan al luminol resultando en una señal quimioluminiscente. El kit también cuenta con una enzima SOD purificada que disminuye los aniones superóxido y, por lo tanto, la intensidad de la luminiscencia. Los ensayos se desarrollaron por duplicado y durante los tres primeros minutos de reacción utilizando una curva patrón como recomienda el fabricante y se relacionaron las actividades de las diferentes cepas. Las unidades relativas de SOD en los extractos se determinaron relacionando las unidades relativas de luminiscencia máximas, obtenidas en la primera lectura a los 10 segundos de reacción, debido a la vida media tan corta del luminol oxidado y lo rápido de la actividad enzimática. Para realizar el análisis estadístico se desarrollará y evaluarán las actividades enzimáticas comparando las medias de los resultados obtenidos con una regresión lineal simple, dado que la única diferencia en los extractos proteicos de bacterias transformadas y no transformadas es la ausencia o presencia de los transgenes *Cu/Zn-SOD* y *APX*. Para determinar la desviación estándar se realizarán cuatro ensayos por duplicado. Las actividades enzimáticas de SOD de los extractos proteicos de las cepas bacterianas con y sin transgenes se compararán mediante una distribución de T-Student, con una significación estadística de $P < 0,05$.

Resultados y Discusión.

Los tiempos de duplicación de las cepas *E. coli* Mach1/pBgcpSAH y *E. coli* DH5 α /pTBg5kb, *E. coli* Mach1 y *E. coli* DH5 α fueron de 35.5 ± 1.5 , 40.5 ± 1.5 , 32 ± 2 y 48 min, respectivamente. En las condiciones de crecimiento la cepa Mach1 mostró una velocidad de duplicación ligeramente mayor a la cepa DH5 α , en Mach1 la presencia de los transgenes aumentó la Td en un 9.85%, para DH5 α la presencia del vector de clonación, incluso en un medio con antibiótico, disminuyó la Td en un 18.51%. No hemos encontrado en la literatura datos en donde se comparen las Tds de estas dos cepas crecidas en estas condiciones de cultivo.

Los extractos proteicos de las cepas *E. coli* Mach1/pBgcpSAH b y *E. coli* DH5 α /pTBg5kb de cultivos de 10 ml en la fase de crecimiento exponencial media se obtuvieron en 1.0 ml de solución de extracción. En el cuadro I se muestran los valores obtenidos en las extracciones.

Cuadro I. Cuantificación de proteína total en extractos bacterianos

Extracto bacteriano	Proteína total en el extracto (μg)	Recuperación ($\mu\text{g prot./ml de cultivo}$)	Concentración ($\text{ng}/\mu\text{l}$)
pBgcpSAH	40.38	4.03	40.38
pTBg5kb	47.50	4.75	47.50

Los valores en el cuadro provienen del promedio de tres ensayos, la cantidad de proteínas en las reacciones de cuantificación fueron de 0.89 y 0.95 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$, por lo que observamos una gran variación en los niveles de absorbancia a 545 nm. El posible efecto de la baja concentración de proteína en los extractos también podría explicar la diferencia de la recuperación de proteínas en el extracto de células transformadas con los transgenes en un 15% menor al de células control. Consideramos recomendable utilizar extractos más concentrados y/o mayor cantidad de extracto en las cuantificaciones.

Para evaluar el efecto que pudiera tener la presencia de los transgenes *Cu/Zn-SOD/APX/Hdh* en la cepa transformada, se determinaron los niveles de actividad de SOD en extractos de células transformadas y como control, en células transformadas exclusivamente con el vector pTBg5kb. Todos los ensayos enzimáticos requirieron de reacciones paralelas de un sistema control de actividad SOD ya que este método es muy sensible, los aniones superóxido generados son inmediatamente neutralizados aún por pequeñas unidades de la enzima SOD.

En la Figura I se muestran los resultados de los ensayos enzimáticos. Los aniones superóxido generados aún en ausencia de la enzima SOD tienen una vida media muy corta, de 35 segundos, la información proporcionada por la casa comercial del kit no reporta la vida media del luminol oxidado en este sistema, tampoco encontramos este dato en la literatura. En presencia de 0.1 unidades de SOD a los 10 segundos la intensidad de luminiscencia provocada por los aniones superóxido disminuyó más de la mitad, después de 100 segundos la actividad ya no se pudo determinar por la carencia del sustrato.

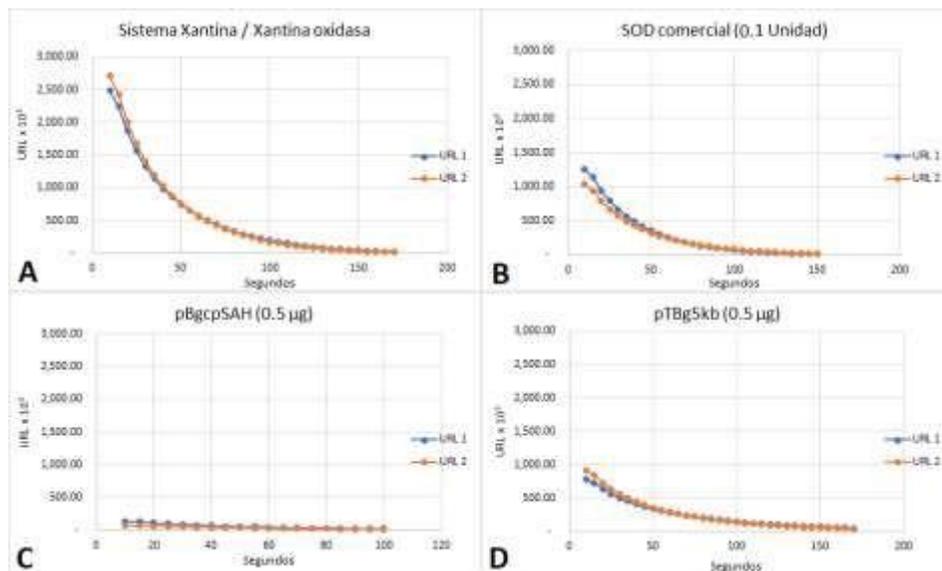


Figura I. Actividad de SOD en extractos proteicos. A = Sistema formador de aniones superóxido sin la enzima SOD. B = Sistema formador de aniones superóxido con 0.1 unidad de la enzima SOD comercial. C = Sistema formador de aniones superóxido con 0.5 μg del extracto pBgcpSAH. D = Sistema formador de aniones superóxido con 0.5 μg del extracto pTBg5kb. URL1 y URL2 = Unidades relativas de luminiscencia de ensayos independientes.

En el Cuadro III se muestran los valores numéricos de los resultados de actividades de SOD. La actividad de SOD en extractos transformados con Cu/Zn-SOD fue 28% mayor a la obtenida en los extractos control. Las unidades relativas de actividad antioxidante en el extracto control se determinó en 0.27 U/ μ g de proteína, el valor obtenido en los extractos e células transformadas con Cu/Zn-SOD fue de 2.23 U/ μ g, casi diez veces el nivel del extracto control, este dato podría indicar que la actividad dependiente del transgen representa el 90% total de la actividad antioxidante de la célula.

Cuadro III. Actividad enzimática de SOD comercial y Cu/Zn-SOD de los extractos proteicos bacterianos.

Muestra	URL máximas	Disminución de aniones superóxido por la enzima SOD	Unidades relativas de actividad de la enzima SOD
Sistema X/XO sin SOD	2,596,830.00	0 %	N/A
Sistema X/XO con 0.1 U SOD comercial	1,146,000.00	55.87%	1.0
Sistema X/XO con 0.5 μ g de pBgcpSAH	102,548.30	96.06%	1.117
Sistema X/XO con 0.5 μ g de pTBg5kb	847,348.00	68%	0.135

X/XO = Xantina / Xantina oxidasa. N/A = No aplica.

La determinación de actividades enzimáticas en base a luminiscencia ha sido utilizada como una medida de la actividad SOD en extractos de *E. coli* (Miller, *et al.*, 1972). La actividad enzimática de Mn-SOD en bacterias de *E. coli* se determinó en trabajos anteriores por luminiscencia de luciferina (Al-Maghrebi, *et al.*, 2002).

Conclusiones

La actividad de SOD en extractos transformados con Cu/Zn-SOD fue claramente mayor a la obtenida en los extractos control, este aumento representaría la aportación del transgen Cu/Zn-SOD a la actividad antioxidante del sistema SOD basal (Keele *et al.*, 1970) y por lo tanto las regiones promotora, activadora y terminadora de tipo procariótico son funcionales.

Este hallazgo es importante ya que sugiere que el transgen Cu/Zn-SOD se expresaría y potencialmente se encontraría actividad enzimática en cloroplastos de *B. gracilis*.

Se agradece al apoyo al Conacyt por financiamiento a SAG PDCPN2013-215303 y por apoyo a becario BVMA No. 26038.

Literatura Citada

- Al-Maghrebi, A., Fridovich, I., Benova, L. (2002). Manganese supplementation relieves the phenotypic deficits seen in superoxide-dismutase-null *Escherichia coli*. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 402;104-109.
- Amendola, R., Castillo, E., Martinez, P. (2005). Mexico II Perfiles por País del Recurso Pastura/Forraje. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1;48-53.
- Barrón, F. (2017). Clonación de transgenes SOD/APX/Hdh en un vector para la recombinación homóloga de genomas cloroplastídicos de *Bouteloua gracilis*. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Resultados no publicados.
- Engelke, D., Krikos, J., Bruck, M., Ginsburgt, D. (1990). Purification of *Thermus aquaticus* DNA Polymerase Expressed in *Escherichia coli*. *Analytical Biochemistry*, 191;396-400.
- Keele, B. Jr., McCord, J., Fridovich, I. 1970. Superoxide dismutase from *Escherichia coli* B. A new manganesecontaining enzyme. *J Bid Chem*, 245;6176-6181.



- Kim, Y., Lim, S., Han, S., Lee, J., Nam, K., Jeong, J., Lee, H., Kwak, S. (2015). Expression of both CuZnSOD and APX in chloroplasts enhances tolerance to sulfur dioxide in transgenic sweet potato plants. *Comptes Rendus Biologies*, 338(5);307-313.
- Lee, S., Ahsan, N., Lee, K., Kim, D., Lee, D., Kwak, S., Kwon, S., KIM, T., Lee, B. (2007). Simultaneous overexpression of both Cu/Zn superoxide dismutase and ascorbate peroxidase in transgenic tall fescue plants confers increased tolerance to a wide range of abiotic stresses. *Journal of Plant Physiology*, 164;1626-1638.
- Lee, Y., Baek, K., Lee, H., Kwack, S., Bang J., Kwon, S. 2010. Tobacco seeds simultaneously over-expressing Cu/Zn superoxide dismutase and ascorbate peroxidase display enhanced seed longevity and germination rates under stress conditions. *Journal of Experimental Botany*. 61(9): 2499–2506.
- Miller, J., (1972). *Experiments in Molecular Genetics*. New York, NY, USA: Cold Spring Harbor Laboratory Press: 218–220.
- Siañez, L.I., 2015. Construcción de genes de superóxido dismutasa y ascorbato peroxidasa, para expresión en plástidos. Tesis M.C., Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua México.

TRANSFORMACION GENETICA POR BIOBALISTICA DE CELULAS DE *Bouteloua gracilis* CON TRANSGENES SINTETICOS SOD Y APX

GENETIC TRANSFORMATION OF *Bouteloua gracilis* CELLS BY BIOBALISTIC WITH SOD AND APX SYNTHETIC TRANSGENES

B. Moreno Gómez¹, A. Aguado Santacruz², Q. Rascón Cruz³, T. S. Siqueiros Cendón³, E.A. Espinoza Sánchez³, C.R. Morales Nieto⁴, G. E. S. Holguín Rios³ y S. Arévalo Gallegos³.

¹INIFAP, ²Bioqualitum SA de CV, Gto. ³Facultad de Ciencias Químicas, UACH; ⁴Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH;

Resumen

La línea celular embriogénica, altamente clorofílica de *Bouteloua gracilis* "TIANSJ98" fue obtenida de cultivo de ápices de vástago que formaron callos verdes en medio líquido MPC como lo describe Aguado-Santacruz y colaboradores (2001). Este cultivo celular ha sido mantenido en medio líquido por subcultivos mensuales en medio MPC hasta la fecha. En este trabajo se empleó el cultivo celular clorofílico de *Bouteloua gracilis* para llevar a cabo la transformación genética por la técnica de biobalística con la construcción genética pBgcpSAH que contiene el cassette de transgenes SOD/APX/Hdh insertados en el vector pBg5Kb de *E. coli*. El DNA se preparó en partículas de tungsteno según el protocolo de Daniell y colaboradores (2005) y el material vegetal se bombardeó a 6.3 cm de longitud de los macroacarreadores con alta presión a 1100 psi. Después de la transformación genética, el cultivo fue mantenido en medio de selección con higromicina 10, 20, 30 y 40 mg/L para su selección. Se realizan subcultivos mensuales y en cada subcultivo se congela material vegetal que será empleado para posterior identificación de los transgenes con la extracción de DNA y PCR. Como control positivo para evaluar el protocolo de transformación se empleó el vector pACH25 y se evaluó la expresión transitoria de la enzima β -glucoronidasa con resultados positivos. **Palabras clave:** *Bouteloua gracilis*, SOD/APX, biobalística.

Summary

The highly chlorophyllous embryogenic cell line of *Bouteloua gracilis* "TIANSJ98" was obtained from shot apex culture that formed green calli in MPC liquid medium as described by

AguadoSantacruz et al. (2001). This cell culture has been maintained in liquid medium by monthly subcultures in MPC medium to date. In this work the chlorophilic cell culture of *Bouteloua gracilis* was used to carry out the genetic transformation by the biobalistic technique with the genetic construct pBgcpSAH containing the cassette of SOD / APX / Hdh transgenes inserted in the E. coli vector pBg5Kb. DNA was prepared on tungsten particles according to the protocol of Daniell et al., (2005) and the plant material was bombarded 6.3 cm in length from macrocarriers at high pressure at 1100 psi. After the genetic transformation, the culture was maintained in selection medium with hygromycin 10, 20, 30 and 40 mg / L for selection. Monthly subcultures are performed and in each subculture, plant material is frozen to be used for subsequent identification of transgenes with DNA extraction and PCR. As a positive control to evaluate the transformation protocol, the pACH25 vector was used and the transient expression of β -glucuronidase was evaluated with positive results.

Introducción

Bouteloua gracilis (navajita azul) es una planta C4 (Waller y Lewis, 1979), tolerante a sequía (Hoover et al. 1948), apomictica facultativa (Gustafsson, 1946) y un pasto perenne que se distribuye a lo largo del pastizal de Norte América, donde su producción es abundante y produce un forraje de alta calidad para la fauna nativa y para el ganado doméstico (Stubbendieck et al., 1986). *Bouteloua gracilis* se considera el pasto nativo más importante del pastizal semiárido de México (De Alba 1958; Jaramillo 1986; Orozco 1993) y del pastizal corto de Estados Unidos (Gould 1951; Sims et al., 1973; Wilson y Briske 1979). Aguado-Santacruz y colaboradores (2001) desarrollaron el primer y único sistema de cultivo de tejidos para este pasto, obteniendo células embriogénicas altamente clorofílicas en medio líquido. Las investigaciones realizadas con este cultivo celular se centran en el estudio de la respuesta fisiológica al estrés hídrico y salino por técnicas de biología molecular como hibridación sustractiva y proteómica (Delgado-Sánchez 2007; Martínez-Castillo, 2007, Moreno-Gómez, 2009), el primer análisis de la estructura y organización del DNA de cloroplasto de *Bouteloua gracilis* y su comparación con el DNA de cloroplasto de maíz (Aguado-Santacruz et al., 2011) y establecimiento de protocolos de transformación genética por *Agrobacterium rhizógenes* (Aguado-Santacruz, et al 2009) y por biobalística (AguadoSantacruz et al., 2002).

Las construcciones utilizadas en el presente trabajo fueron diseñadas para integrar los transgenes sintéticos *Cu/Zn-SOD*, *APX* en los DNAs cloroplastídicos de *B. gracilis* y generar productos funcionales, acompañados de un gen higromicina fosfotransferasa (*Hph*) como marcador de selección, ya que confiere tolerancia a higromicina B (Barrón, 2017). En estudios moleculares realizados con una gramínea forrajera (*Festuca arundinacea* Schreb. cv. Kentucky-31) y camote se ha reportado la sobreexpresión de los genes SOD (superóxido dismutasa) y APX (ascorbato peróxidasas) mismos que confirieron un incremento en la toleración al estrés oxidativo (Lee et al., 2007; Kim et al., 2015).

Las técnicas de transformación vegetal son esenciales para la introducción de genes. Existen muchos métodos que pueden ser utilizados en la tecnología de transformación de plantas. Estos métodos se dividen generalmente en dos grupos: métodos biológicos o físicos. El método biológico

más ampliamente utilizado es la transferencia mediada por *Agrobacterium*. *Agrobacterium tumefaciens* o *rhizógenes* es una bacteria común del suelo que naturalmente inserta sus genes en las plantas y utiliza la maquinaria de la planta para expresar esos genes forma de compuestos que la bacteria utiliza como nutrientes. El descubrimiento de esta característica única hace 30 años ha proporcionado al científico de la planta con una herramienta de gran alcance transformación genética de plantas tanto para fines de investigación básica desarrollo agrícola (Wang et al., 2003). Hoy en día La transformación mediada por *Agrobacterium* se utiliza comúnmente para introducir ADN de especies de plantas, incluidas las especies de plantas monocotiledóneas, Además, los acontecimientos recientes indican que *Agrobacterium* también se puede utilizar para transformar ADN a especies no vegetales, incluyendo bacterias, hongos e incluso células de mamífero (Wang et al., 2006). Por otra parte, el método físico más ampliamente utilizado es el bombardeo de partículas. La aceleración de partículas se puede lograr a través de la pistola de alta presión (Klein et al., 1998) y de baja presión (Finer et al., 1992). La mayoría de los grupos de investigación transgénicos utilizan el dispositivo de alta presión en sus ensayos, a pesar de los altos costos de los insumos y las restricciones de uso de patentes. Contrariamente a esto, el de baja presión no tiene estas restricciones. La técnica de transformación de la planta utilizando la pistola de presión de helio implica partículas inertes - tales como oro o tungsteno - recubiertas con ADN específico. Las partículas atraviesan las membranas celulares de las plantas hasta el núcleo y luego se integran en el ADN genómico de la planta. La eficiencia de transformación depende de varias variables: el genotipo, la presión de helio, el tamaño de partícula, la capacidad de cultivo in vitro y la regeneración de los explantes, la adaptación de la planta a condiciones *ex vitro* y la producción de semillas (Zhang et al., 2007). El bombardeo de partículas es capaz de transformar casi cualquier tipo de células, incluidas las plantas, y el ADN blanco no se limita al núcleo: también puede transformar orgánulos, incluyendo plastidos. El bombardeo de partículas es de gran valor tanto para la expresión génica (Ludwig et al., 1990) y la investigación de transformación estable (Christou et al., 1988). Con ciertas plantas, el bombardeo de partículas es actualmente el método más eficiente para la introducción de ADN.

En este trabajo se llevó a cabo la transformación genética por la técnica de biobalística con la construcción genética pBgcpSAH que contiene el cassette de transgenes SOD/APX/Hdh insertados en el vector pBg5Kb de *E. coli* y con la construcción genética pACH25 para evaluar la expresión transitoria de la enzima β -glucoronidasa.

Materiales y Métodos

Las células clorofílicas de 8 días de crecimiento en medio líquido MPC se filtraron y se distribuyeron en círculos de papel filtro estéril de 3 cm de diámetro. 24 horas antes de los bombardeos, las células se colocaron en medio MPC sólido con 0.4 M manitol. Para la preparación de las partículas de tungsteno se empleó el protocolo de Daniell et al., (2005) descrito de la siguiente manera: 50 μ l de partículas de tungsteno M10 (15 mg/ml), 10 μ l de ADN (1 μ g/ml), 50 μ l de CaCl₂ y 20 μ l de espermidina 0.1 M se mezclaron en orden secuencial, se agitaron con vortex durante 5 min y después se aplicó ultrasonido por 5 min. La mezcla se centrifugó a 10.000 rpm por 10 s. Se retiraron 60 microlitros del sobrenadante y el resto dispensado en alícuotas de 5 μ l para cada placa. Los bombardeos se realizaron usando la pistola de biobalística PDS1000. La mezcla de DNA/partículas se colocó en el centro del macrocarreador, de dejó secar por 5 min y se

posteriormente se colocó en el anillo con su malla de retén (figura 1). El material vegetal se colocó a 6.3 cm de distancia de los macroacarreadores y se aplicaron 1100 psi de presión para el bombardeo de las partículas (Figura 1).



Figura 1. A. Preparación de las muestras de DNA en los macroacarreadores. B. Preparación del material vegetal en la placa Petri dentro de la pistola de biobalística.

Inmediatamente después de los bombardeos, las células se pasaron al medio sólido MPC con manitol y 24 horas después se llevó a cabo el ensayo de expresión transitoria para β -glucuronidasa. Al día siguiente todo el material vegetal se pasó a medio MPC sin manitol y con higromicina 10 mg/L, concentración que fue incrementando cada 20 días a 20, 30 y 40 mg/L. El material vegetal se mantiene vivo y en selección en medio de cultivo con antibiótico y una parte se recolecta para su almacenamiento a -80°C para su posterior identificación de los transgenes con la extracción de DNA y PCR.

Resultados y Discusión

Para corroborar la identidad del plásmido pBgcpSAH en las cepas *E. coli* clona 13 y 16, el ADN obtenido se digirió con la enzima *EcoRI* y se analizó por electroforesis. En la Figura 2 se muestran los fragmentos generados con tamaños relativos correspondientes a los tamaños esperados, de acuerdo a Barrón, 2017 (Figura 2). Estas muestras de DNA se emplearon para la preparación de las partículas de tungsteno para los bombardeos.

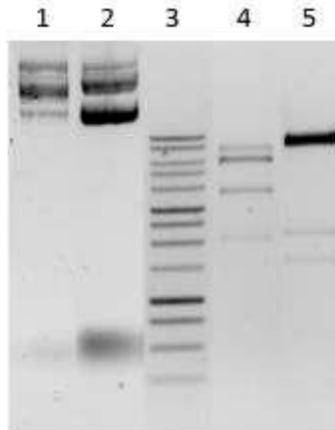


Figura 2. DNA y restricción del plásmido. 1: pBgcpSAH clona 13 sin digerir, 2: pBgcpSAH clona 16 sin digerir, 3: marcador 1 kb, 4: pBgcpSAH clona 13 digerido con EcoRI, 5: pBgcpSAH clona 16 digerido con EcoRI.

Las células clorofílicas no bombardeadas (control negativo) se mantuvieron también en selección en medio sólido con higromicina y la selección satisfactoria se observó a 40 mg/L de higromicina, mientras que las células bombardeadas se mantienen vivas a la misma concentración (figura 3). Estos resultados muestran que la selección en higromicina está funcionando correctamente y las muestras de material vegetal serán utilizadas para extracción de DNA genómico de planta y PCR. En casa subcultivo el material vegetal se propaga en medio fresco con el agente de selección y una parte se congela a -80°C para su almacenamiento y posterior análisis molecular.

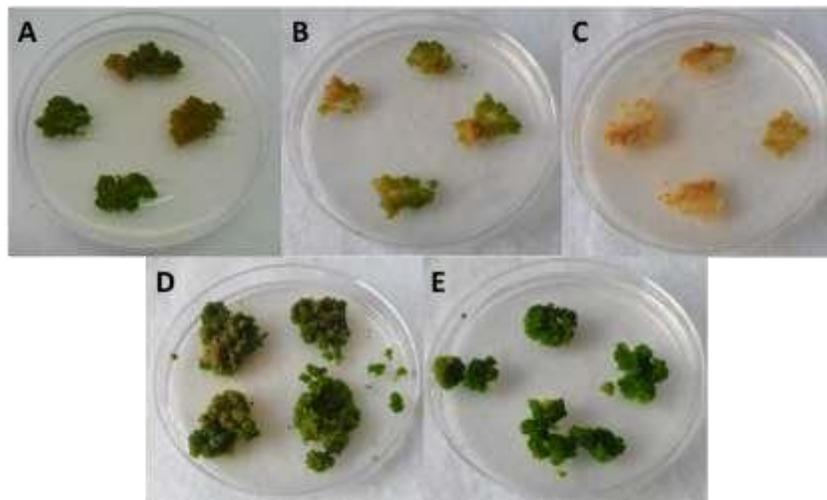


Figura 3. Selección de células transformadas genéticamente con el vector pBgcpSAH por su crecimiento en higromicina A: 10 mg/L, B: 20 mg/L, C: 40 mg/L, D: pBgcpSAH clona 13, E: pBgcpSAH clona 16.

El ensayo de expresión transitoria de la enzima β -glucuronidasa dió resultados positivos al observar focis de color azul correspondientes a la reacción enzimática positiva. Estos ensayos se llevan a cabo para confirmar la eficiencia del protocolo de transformación genética por biobalística y estos primeros resultados demuestran que el protocolo es eficiente (figura 4).



Figura 4. Resultado del ensayo de expresión transitoria con la reacción enzimática de la enzima β -glucuronidasa. Los puntos azules muestran el resultado positivo.

Conclusiones

Se obtuvieron células clorofílicas transformadas por la técnica de biobalística con la construcción genética pBgcpSAH que contiene el cassette de transgenes SOD/APX/Hdh insertados en el vector pBg5Kb de *E. coli*. El objetivo principal de este trabajo consiste en mantener la supervivencia de los callos transformados a través de su propagación en medio de selección para posteriormente realizar la caracterización genética y su diferenciación y regeneración de planta. Las células se están seleccionando en higromicina 40 mg/L con una buena selección. Los esfuerzos se enfocan en obtener la mayor cantidad posible de candidatos para diferenciación y designar la menor cantidad posible de callos para hacer el análisis de la inserción de transgenes. Se agradece el apoyo al Conacyt por financiamiento a SAG PDCPN2013-215303 y por apoyo a becario ESHR No. 26036.

Literatura Citada

- Aguado-Santacruz, G.A. David A. Betancourt-Guerra, Tania Siqueros-Cendon, Sigifredo Arévalo-Gallegos, Blanca E. Rivera-Chavira, Guadalupe V. Nevarez-Moorillon, Blanca Moreno-Gómez, and Quintín Rascón-Cruz (2011). Comparison of the structure and organization of the rrrna operons of *Bouteloua gracilis* and *Zea mays*. *Canadian Journal of Plant Science*, 2011, 91(1): 107-116.
- Aguado-Santacruz, G.A., Q. Rascón-Cruz J. L. Cabrera-Ponce · A. Martínez-Hernández V. Olalde-Portugal, L. Herrera-Estrella. 2002. Transgenic plants of blue grama grass, *Bouteloua gracilis* (H.B.K.) Lag. ex Steud., from microprojectile. *Theor Appl Genet* (2002) 104:763–771.
- Aguado-Santacruz, G.A., Rascón-Cruz, Q., Moreno-Gómez, B., Guevara-González, R.G. 2009. Genetic transformation of blue grama grass with the rolA gene from *Agrobacterium rhizogenes*: regeneration of transgenic plants involves a “hairy embryo” stage & *In Vitro Cell.Dev.Biol.Plant* (2009) 45:681–692
- Barrón, F. (2017). Clonación de transgenes SOD/APX/Hph en un vector para la recombinación homóloga de genomas cloroplastídicos de *Bouteloua gracilis*. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Resultados no publicados.
- Birnboim, H.C., Doly, J. (1979). A rapid alkaline extraction procedure for screening recombinant plasmid DNA. *Nucleic Acids Res.* 7: 1513–1523 pp.
- Daniel, H., Ruis, O.N. and Dhingra, A. 2005. Transgenic plants: Methods and protocolos. In: *Methods in molecular biology*. L. Peña, ed. Humana press inc., Totowa, NJ.
- Daniell, H. (2002). Molecular strategies for gene containment in transgenic crops. *Nature Biotechnology*. 20: 581–586 pp.
- De Alba J (1958) Alimentación del Ganado en América Latina. La Prensa Médica Mexicana, México, D. F.
- Finer J., Vain P., Jones M., McMullen M. (1992) Development of the particle inflow gun for DNA delivery to plant cells. *Plant Cell Rep* 11:323-328.
- Gould FW (1951) Grasses of southwestern United States. The University of Arizona Press, Tuscon, Arizona
- Gustafsson A (1946) Apomixis in higher plants.



- Hoover MM, Hein MA, Dayton WA, Erlanson CO (1948) The main grasses for farm and home. In: Stefferud A (ed) Grass. Yearbook of Agriculture. USA Dept Agric, pp 312–339.
- Jaramillo VV (1986) La importancia de los coeficientes de agostadero y de las gramíneas en el manejo de los agostaderos del país. In: Gutiérrez CJ (ed) Memorias del Segundo Congreso.
- Kim, Y.H., Lim, S., Han, S.H., Lee, J.J., Nam, K.J., Jeong, J.C., Lee, H.S., Kwak, S.S. (2015). Expression of both CuZnSOD and APX in chloroplasts enhances tolerance to sulfur dioxide in transgenic sweet potato plants. *Comptes Rendus Biologies*. 338(5): 307-313 pp.
- Klein T., Fromm M., Weissinger A., Tomes D., Schaaf S., Sletten M., Stanford J. (1988) Transfer of foreign genes into intact maize cells with high velocity microprojectiles. *Proc Natl Acad Sci USA* 85:4305-4309.
- Lee, S.H., Ahsan, N., Lee, K.W., Kim, D.H., Lee, D.G., Kwak, S.S., Kwon, S.Y., Kim, T.H., Lee, B.H. (2007) Simultaneous overexpression of both Cu/Zn superoxide dismutase and ascorbate peroxidase in transgenic tall fescue plants confers increased tolerance to a wide range of abiotic stresses. *Journal of Plant Physiology* 164:1626-1638 pp.
- Ludwing, S.E., Bowen, B., Beach, L. and Wessler, S.R. (1990) A Regulatory Gene as a Novel Visible Marker for Maize Transformation. *Science* 247, 449-450.
- Nacional de Manejo de Pastizales. Saltillo, Coahuila, México, pp 8–15.
- Orozco AMS (1993) Efecto de la profundidad de siembra y la fertilización en el establecimiento de tres zacates forrajeros. MSc thesis, Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.
- Sims PL, Lang'at RK, Hyder DN (1973) Developmental morphology of blue grama and sand bluestem. *J Range Manag* 26:340–344
- Stubbendieck J, Hatch SL, Hirsch KJ (1986) North American range plants, 3rd edn. University of Nebraska Press, Canada.
- Waller SS, Lewis JK (1979) Occurrence of C3 and C4 photosynthetic pathways in North American grasses. *J Range Manag* 32:12–28.
- Wang K. et al (2006) *Agrobacterium* protocols, 2nd edition. Methods in molecular biology; 243. ISBN 1-58829-5362. Humana Press. WANG K., FRAME B., MARCELL L. (2003) Maize genetic transformation. In: Jaiwal and Singh (Eds), plant genetic engineering: improvement of food crops. Sci-tech publications, Houston, Texas, USA, pp175-217.
- Wilson AM, Briske DD (1979) Seminal and adventitious root growth of blue grama seedlings on the Central Plains. *J Range Manag* 32:209–213.

**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE BUFFEL *Pennisetum ciliare* (L.) Link.,
NATURALIZADO EN MÉXICO SEMIÁRIDO
POTENTIAL DISTRIBUTION OF BUFFELGRASS (*Pennisetum ciliare* (L.) Link.,
NATURALIZED IN SEMIARID MEXICO**

Gabriela Sarahí Ontiveros¹ Pedro García Ramírez², Adrián R. Quero Carrillo³, Jorge L Castellón Montelongo¹, Luíís Velázquez Ramírez¹ y José Luíís Zaragoza Ramírez¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo ² INEGI. Dirección Regional Norte. g.sarahi.o.v.@com ³.
Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo

Resumen

Introducido oficialmente en 1957 desde Texas México, pasto Buffel *Pennisetum ciliare* (L.) Link., se ha convertido en una de las gramíneas (Poaceae) más cosmopolitas e invasivas en amplia diversidad de ambientes con época de secas mayor a cinco meses, generando amplia controversia entre promotores y detractores de su utilización en ecosistemas bajo pastoreo. En el presente trabajo se identificó el grado de influencia de variables continuas que permiten el desarrollo de Buffel, con la finalidad de conocer la distribución potencial de esta especie en parte de México

Semiárido. Mediante modelado de Nicho Ecológico, se tomaron puntos de presencia de Buffel, en cinco estados pertenecientes al Desierto Chihuahuense en México semiárido; así mismo, se generaron variables ambientales de importancia biogeográfica y se utilizó el algoritmo de procesamiento Maxent, basado en máxima entropía. La validación del modelo fue realizada mediante la curva operacional ROC (Receiver Operating Characteristic) generada por Maxent y la prueba de Jackknife generada por el algoritmo, la cual midió el grado de importancia de cada variable. Los resultados indican que las variables continuas que más influyen en la presencia de esta especie son la Estacionalidad Térmica, de Precipitación y la Oscilación Térmica Diurna. En lo que respecta al pasto Buffel se encontró presencia de esta especie en altitudes que van desde los 418 msnm hasta los 2374 msnm y se presume que este último valor puede ser mayor. En base a lo anterior, se pronostica que Buffel posee capacidad invasiva para regiones de mayor altitud y menores temperaturas medias. Esta es una especie de gran importancia ecológica de doble filo: invade ecosistemas eliminando especies valiosas dominando como monocultivo y, debido al sobrepastoreo, es una especie valiosa para evitar la pérdida de suelo. Se debe promover el uso de este pasto como protector de suelo y revisar la diversidad de gramíneas nativas para promover su utilización. **Palabras clave:** Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), modelado de nicho ecológico, invasividad.

Introducción

El ser humano ha acelerado la dinámica biológica vegetal ya sea de manera accidental o consciente, provocando el establecimiento de especies exóticas invasoras, las cuales se han establecido en ecosistemas fuera de su área de origen genético y cuyas características les confieren la capacidad de colonizar, establecerse y seguir causando modificaciones al ambiente, así como pérdidas económicas cuantiosas y problemas sanitarios severos, por lo que se vuelven una amenaza directa para el bienestar humano. Actualmente, en el país residen al menos 46 de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo, solo la suma de plantas vasculares y vertebrados invasores registrados en México es de 724 especies y los esfuerzos dirigidos a enfrentar este problema atienden, cuando lo hacen, solo actividades productivas y no la conservación de ecosistemas naturales. La introducción de los pastos Africanos a América, tiene su origen en el siglo XVI los cuales fueron introducidos con el inicio del comercio de esclavos (Parsons, 1972). Un ejemplo de esto es el pasto Buffel, objeto de estudio de esta investigación; el cual, fue introducido a Texas en 1917, donde se sembró sin éxito al Norte de San Antonio debido a diversas características climáticas; sin embargo, en los años 40's logró establecerse. Para el año de 1949, el Servicio de Conservación de Suelos de Texas liberó informalmente al zacate Buffel con el número T-4464 conocido como Común Americano y a partir de esto, comenzó su expansión hacia México, convirtiéndose en especie invasora. Diversas especies de gramíneas invaden activa y de forma silente el norte de México entre ellas: pasto Africano *Eragrostis lehmaniana* Nees., Llorón *E. curvula* (Schradere) Nees., *Melinis repens* (Willd.) Zizka, pasto Buffel y la nativa *Echinochloa colona* (L.) Link. Otras ya se consideran naturalizadas para estas regiones como Bermuda *Cynodon dactylon* (L.; Quero, 2013). Esta invasión es bivalente (negativa y positiva) y resulta tanto por la habilidad ecológica de dominar el ecosistema ante ambientes disturbados: principalmente sobrepastoreo. Es negativa debido al hecho de que predomina como monocultivo sobre sistemas multiespecíficos, abate la diversidad autóctona y modifica los ciclos naturales establecidos por millones de años en el continente Norteamericano mexicano y, similarmente es positiva, debido a que representa en muchos sitios el único recurso vegetal que evita rápidamente la exposición de grandes superficies de suelo a fuerzas

erosivas. El programa de predicción Maxent determina la relación entre variables climáticas y registros de especies y establece la distribución de probabilidad de máxima entropía, sujeta a limitaciones impuestas por la información disponible en torno a la distribución observada de especies y las condiciones ambientales registradas. Es así que con los datos de sola presencia Maxent crea puntos de pseudoausencias y divide la base de datos de registros de presencia en dos grupos: el primero se utiliza en la construcción del modelo mediante los datos de entrenamiento y, el segundo, es para evaluar el modelo al utilizar los datos de prueba. El modelo fue generado con características predeterminadas por Maxent, donde solo se modifica el porcentaje aleatorio para datos de prueba que validan los modelos. La base de datos fue dividida en 75% para los datos que construyen el modelo y 25% para los datos de evaluación del mismo. Mediante la prueba Jackknife se determinó la contribución relativa de cada variable a los modelos generados. Los resultados son una medida conocida o “ganancia”, para evidenciar los requerimientos ecológicos de especie. Así mismo, la curva ROC/AUC “Receiver Operating Characteristic”/“Area Under the Curve” evalúa la habilidad predictiva de los modelos de distribución generados gráficamente, donde el AUC representa la relación entre presencia correctamente predicha (%; sensibilidad) y, uno menos el porcentaje de ausencias correctamente predichas (especificidad). El AUC es medida de la capacidad del modelo para clasificar correctamente a una especie como presente o ausente.

Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo en Durango, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí en el Desierto Chihuahuense. Se trazaron puntos en carreteras del área de estudio; por cada punto muestreado, se monitoreó morfología de macollos: número de tallos, ancho y grueso de genet (planta o macollo total), altura de la inflorescencia en anthesis más elevada y se registró la vegetación circundante al punto muestreado. Se procesaron los datos obtenidos en campo con Arc Gis 10.1 y Maxent, utilizando variables ambientales bioclimáticas y topográficas reportadas en INEGI para dichos puntos. Lo anterior, con el fin de predecir la capacidad invasiva de la especie en ambientes similares.

Resultados y Discusión

Se recorrieron y registraron 64 puntos de lectura (Fig. 1) con presencia de *Buffel*. Se establecieron puntos de referencia sobre carreteras libres y con antigüedad superior a diez años, en Durango se tomaron mayores lecturas y el menor número ocurrió en San Luis Potosí (Fig.2).

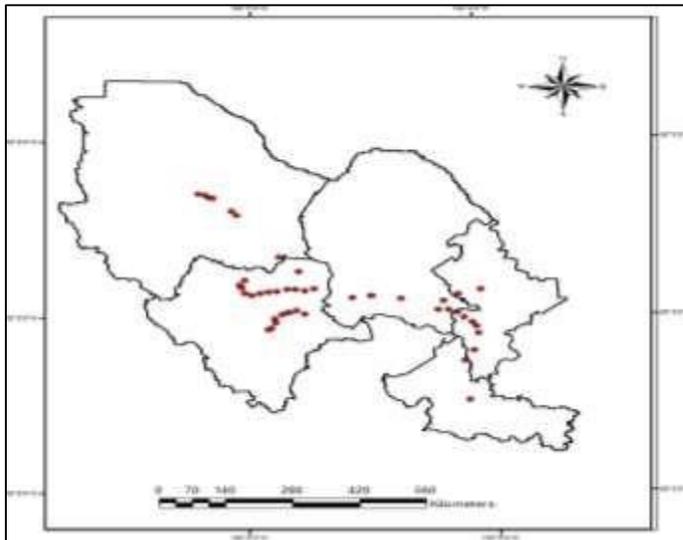


Figura 1: .Puntos de lectura con presencia de pasto Buffel en el Desierto Chihuahuense.

Buffel posee una amplia capacidad invasora en el Desierto Chihuahuense, prácticamente, el 60% del Desierto Chihuahuense mexicano tiene potencial para albergar a esta especie de elevado éxito ecológico (Fig. 2). Diversos autores han establecido los peligros de la invasión de exóticas, además de su predominancia sobre la vegetación multiespecífica natural estas invasoras tienen una muy débil base genética, especialmente Buffel como apomíctico (Quero *et al.*, 2010), lo que puede generar experiencias como las ya vividas en Brasil (Marcondes, 1974) con *Urochloa brizantha* infestada por mosca pinta (Quero *et al.*, 2007). Similarmente, debido a producción masiva e importación hacia México y, posteriormente, producción propia y propagación por semilla de traspasamiento a bajo costo, la variedad T-4464 (Sin. Americano o Común) es la que predomina en gran porcentaje de esta superficie, como genotipo apomíctico apospórico; lo cual, habría que comprobar mediante marcadores moleculares de tejido a partir de ejemplares que se muestrearon. Grandes superficies del Estado de Coahuila disponen de semilleros de este genotipo a lo largo de la carretera 57 (Saltillo-Acuña-Piedras Negras) y en la región Lagunera, por lo que su potencial invasivo es mayúsculo y, actualmente, la especie se encuentra en el Valle de México comenzando a dominar un ambiente con menos sequía, límite de regiones semiáridas. El mapa logístico (Fig. 3) muestra la distribución potencial de pasto Buffel y presenta una escala de 0 – 1, donde a partir del cero presenta colores azules y a medida que avanza al uno la coloración se muestra más cálida con colores amarillo, naranjas y por último rojos, es así, que el rojo indica una alta probabilidad de condiciones adecuadas para la especie, el verde indica las condiciones típicas de aquellos lugares donde la especie se encuentra, y las sombras más tenues de azul indican una baja probabilidad de condiciones adecuadas para la especie (Phillips *et al.*, 2006.). La distribución potencial de pasto Buffel está relacionada a la presencia de variables continuas en una área dada; es decir, la presencia de estas variables en menor o mayor medida determinan su establecimiento. Es importante mencionar variables mayor contribución (Fig. 2). La Estacionalidad Térmica (b_4), tiene 35.2% de aportación al modelo; la Estacionalidad de la Precipitación (b_15), 25.3% y Oscilación Térmica Diurna (b_2) 14.8 %; las tres variables 75.3%. Cox e Ibarra (1988) establecen que la presencia de

Buffel está dada por dos variables continuas: temperatura y precipitación, sin cumplirlas Buffel no estaría presente o no tendría un desarrollo óptimo, pues requiere un rango de temperatura de 18 °C a 35°C, siendo 25 °C el óptimo y un rango de precipitación media anual de 300 a 600 mm. Las variables con bajo aporte al modelo fueron: Precipitación del Trimestre más Frío (b_19; 10.3%), Altitud (8.7%) y Precipitación del Trimestre más Cálido (b_18; 5.7%); aportando en conjunto 24.7 % a la generación del modelo. El resto de las variables son depuradas por el programa debido a aporte menor a 1% para la explicación del modelo.

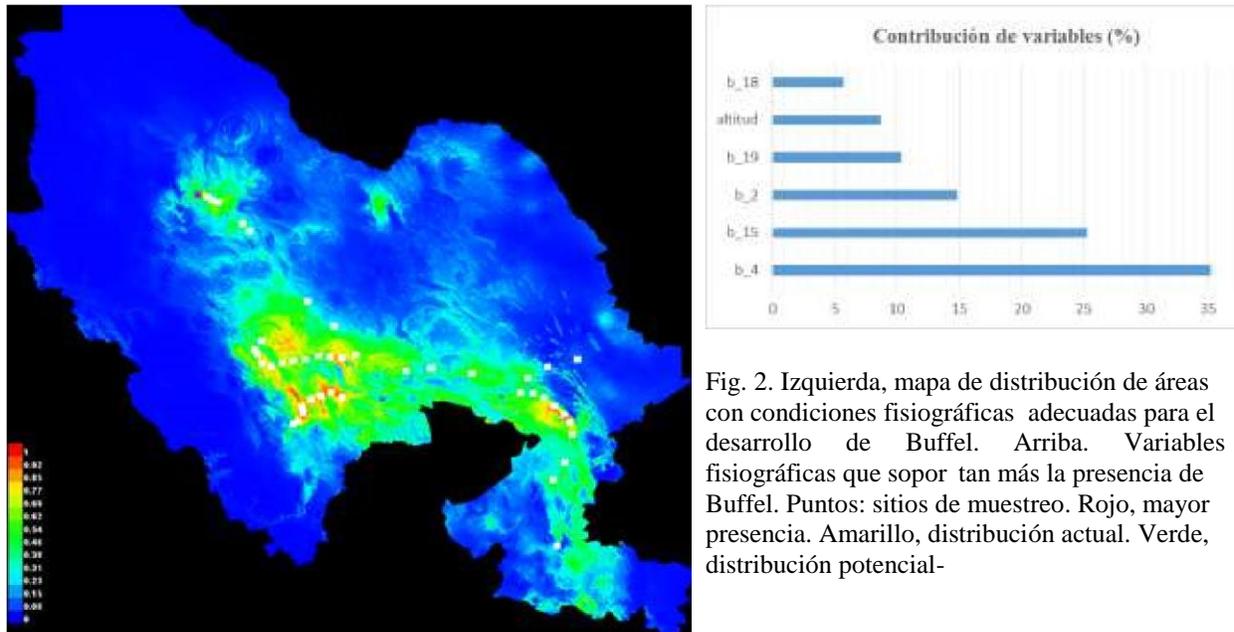


Fig. 2. Izquierda, mapa de distribución de áreas con condiciones fisiográficas adecuadas para el desarrollo de Buffel. Arriba. Variables fisiográficas que soportan más la presencia de Buffel. Puntos: sitios de muestreo. Rojo, mayor presencia. Amarillo, distribución actual. Verde, distribución potencial-

Uno de los parámetros utilizados para evaluar la capacidad de predecir de los modelos generados por Maxent es el Área por Debajo de la Curva (AUC), respecto a la curva de Característica Operativa Relativa (ROC). La fracción del área predicha (Fractional Predicted Area) en el eje "X", se refiere a la fracción del área total de estudio donde se está modelando la especie; mientras que la sensibilidad (Sensitivity), en el eje "Y" se refiere a la proporción de puntos de presencia dentro del área de ocurrencia predicha, en relación con el número total de puntos de presencia (Phillips 2009). La invasividad de Pasto Buffel que se presenta en el área de estudio se calculó mediante la utilización de los datos recopilados en campo, relacionando una de las variables continuas; altitud, que está dada en metros sobre el nivel del mar (msnm) y el número de colonias establecidas a lo largo de las carreteras correspondientes al área de estudio. Los datos que se muestran en la gráfica presentan una distribución de tipo exponencial dada por la siguiente ecuación: $y = ae^{b*x}$ donde: $a = 9.189$; $b = 0.0011$. La línea punteada en la gráfica (Fig. 3) representa el comportamiento normal de los datos obtenidos en campo, esta curva, indica que el mayor punto de invasividad, está dado cuando se presentaron altitudes mayores a 1000 msnm y menores a 1500 msnm, pues a partir de ahí, este valor decae. Sin embargo los datos se analizaron a partir del modelo de tipo exponencial (Fig. 3; Línea negra rayada) la cual corresponde a un modelo ajustado pues se eliminó el valor de 2300 msnm correspondiente a la altitud, para que de esta manera se comportara de manera exponencial. Por lo tanto, se llegó a la conclusión que para 500 msnm se tiene presencia de 9.2 colonias (de mayor tamaño o continuas), en 1000 msnm aumentó a 15.4 (de menor tamaño -30m)

el número de colonias, para 1500 msnm aumentó un 35 (-20m-) el número de colonias y por último, para el valor de 2000, aumenta en 52.8 (-20m-) el grado de invasividad de Buffel en el área de estudio.

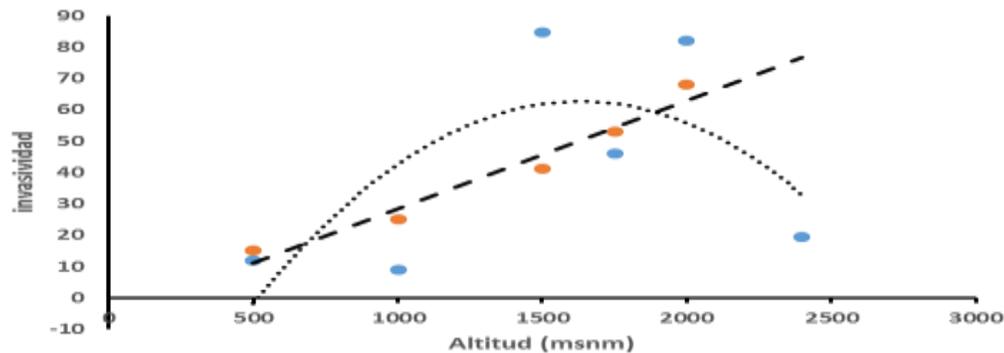


Fig. 3. Invasividad de Buffel en el área de estudio

Conclusiones

La distribución potencial de pasto Buffel en la zona de estudio correspondiente a México semiárido está estrechamente relacionada a la presencia de tres variables continuas: estacionalidad térmica (b_4), estacionalidad en precipitación (b_15) y oscilación térmica diurna (b_2). La altitud aporta solo 8.7% a la generación del modelo de distribución potencial, colocándola dentro de las variables con menor grado de influencia para la presencia de la especie, lo que descarta totalmente la hipótesis de que no se encontraría pasto Buffel en altitudes mayores a 1500 msnm, corroborado con los datos de campo obtenidos, pues se registró presencia de la especie en un rango de altitud de 418 msnm hasta los 2374 msnm. La invasión de especies exóticas como Buffel está dada por el grado de perturbación del área, según lo observado en campo, esto coincide con lo que encontró Espinosa-García (2004), que menciona que hay una correlación positiva entre el tamaño de la población humana o disturbio causado por humanos y número de especies de plantas exóticas, no solo fue notable apreciarlo en pasto Buffel si no en otros pastos africanos como *Melinis repens* (Willd.) Zizka.

AGRADECIMIENTOS. A CONACyT por apoyo financiero del proyecto de Problemas Nacionales: 248252 “Colecta, Salvaguarda y Evaluación de Forrajeras (Poaceae) para Pastoreo Extensivo, Nativas de México Semiárido”

Literatura citada

- Marcondes, WF. 1978. O drama da Braquiaria. Criadores-Brasil. 576: 13-16.
- Parsons, J.J. 1972. Spread of African grasses to the American tropics. J Range Manag. 25: 12-17.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q., L Miranda J. 2007. Evaluación de forrajeras en México. Avances o status quo. Interciencia. 32(8): 566-571.
- Quero, C. A. R. (2013). Gramíneas introducidas: Importancia e Impacto en los Sistemas Ganaderos. 13ª. Edición. 2012. COLPOS. Texcoco, México 73 – 99 p.
- Quero, C. A. R., A. Hernández G., L. Miranda J., J. Pérez P., y M. Sánchez H. (2010). Recursos Genéticos para el Pastoreo Extensivo. Conferencia Magistral. I Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Tuxtla Gutiérrez Chis. Octubre de 2010. 6 p.

DIVERSIDAD MORFOLÓGICA EN POBLACIONES DE PASTO NAVAJITA [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.] DEL ESTADO DE CHIHUAHUA
MORPHOLOGICAL DIVERSITY IN POPULATIONS OF BLUE GRAMA [*Bouteloua gracilis* (Willd. Ex Kunth) Lag. ex Steud.] OF THE STATE OF CHIHUAHUA

Gilberto Peña Hernández¹, Pedro Jurado Guerra¹, Carlos Morales Nieto¹, Alicia Melgoza Castillo¹ y Eduardo Santellano Estrada¹

¹Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Chihuahua, Chih., México.
cnieto@uach.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar la variabilidad morfológica de poblaciones de pasto navajita originarios del Estado de Chihuahua. En 2014 se recolectaron y trasplantaron 48 poblaciones de pasto navajita en el Campo Experimental La Campana y dos años después se realizó la caracterización morfológica. Se utilizó un análisis de componentes principales (ACP) y análisis de conglomerados (AC), mediante el programa SAS 9.1.3. La gráfica de dispersión y dendrograma se obtuvieron con el programa MINITAB. El ACP mostró que los tres primeros componentes (CP) explican el 54.4 % de la variación total observada. El CP1 presentó correlación significativa ($p \leq 0.0001$) con rendimiento de forraje (0.88), densidad de tallos (0.85), rendimiento de semilla (0.69), altura de planta (0.62) y diámetro de macollo (0.58). El CP2 presentó correlación significativa ($p \leq 0.0001$) con grosor de tallos (0.61), ancho de inflorescencia (0.61) y altura de forraje (0.51). Finalmente, el CP3 presentó correlación significativa ($p \leq 0.0001$) con número de ramillas (0.72) y largo de hoja (0.60). El análisis de conglomerados integró cuatro grupos basados en el método de ligamiento WARD. El grupo IV integró 11 poblaciones, caracterizadas por la mayor altura de forraje, mayor altura de planta y mayor rendimiento de forraje. Se obtuvo alta diversidad morfológica por lo que estas poblaciones presentan características morfológicas importantes para ser utilizados en programas de restauración de pastizales.

Introducción

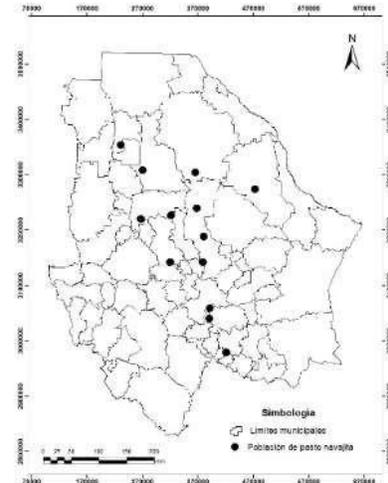
Los pastizales son ecosistemas donde el forraje es el alimento más barato para el ganado y juegan un papel muy importante, ya que proveen bienes y servicios (White *et al.*, 2000). Sin embargo, la productividad de estos ecosistemas se ha reducido en los últimos 150 años al 15 % de su cobertura histórica (PACP-Ch, 2011). Por lo antes mencionado, es necesaria la evaluación de especies nativas para su uso en áreas donde se han perdido debido a su sobreexplotación. En el Estado de Chihuahua existen más de 500 mil hectáreas de tierras de cultivo temporal, las cuales fueron pastizales naturales, se abrieron al cultivo pero ahora están abandonadas, debido a su baja precipitación y falta de nutrientes del suelo (Esqueda *et al.*, 2004). El pasto navajita es endémico del desierto chihuahuense y por su importancia ecológica, su estudio y conservación es fundamental. También, el forraje es considerado el alimento más barato que se puede ofrecer al ganado (Rzedowski, 1978). El estudio de las características morfológicas en la diversidad de una especie, sirve como base para la selección e identificación de poblaciones sobresalientes y utilizarlas en programas de rehabilitación de pastizales (Do Valle, 2001). El objetivo fue evaluar la variabilidad morfológica de poblaciones de pasto navajita originarias del Estado de Chihuahua.

Materiales y Métodos

En el año 2014 se recolectaron (Morales, 2008) 50 poblaciones de pasto navajita en diferentes municipios del Estado de Chihuahua (Figura 1). Las poblaciones fueron clasificadas de acuerdo a

una distancia mínima de 50 km. En cada sitio de muestreo se extrajeron cuatro plantas, con un diámetro de 2.5 cm y provistas de raíz. Las plantas fueron colocadas en cajas con suelo húmedo para su transporte y trasplante en el Campo Experimental La Campana del INIFAP. El sitio es de topografía plana, suelos de textura franco arenoso, pH de 6.5, clima seco templado, temperatura media anual de 15 a 18 °C y precipitación promedio de 355 mm anuales (Royo y Lafón, 2008). Se establecieron 48 poblaciones para su evaluación morfológica.

Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo de poblaciones de pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) en Chihuahua, México.



En septiembre de 2016 se realizó la caracterización morfológica y los descriptores evaluados fueron: altura de follaje (AF), altura total de la planta (AP), densidad de tallos (DT), grosor de tallos (GT), ancho de hoja (AH), largo de hoja (LH), ancho de inflorescencia (AI), número de ramillas (NR) longitud de inflorescencia (LI), diámetro del macollo (DM), rendimiento de forraje (RF) y rendimiento de semilla (RS). Los datos de las variables morfológicas se analizaron a través de un análisis de componentes principales (ACP) y análisis de conglomerados (AC), utilizando el programa estadístico SAS (SAS, 2006). La gráfica de dispersión y dendrograma se obtuvo con programa MINITAB.

Resultados y Discusión

Los valores máximos y mínimos de las variables fueron: altura de follaje 21 - 42 cm, altura de planta 47 - 96 cm, densidad y grosor de tallos 34 - 200 y 1.0 - 2.0 mm, respectivamente. El ancho de hoja fue 1.5 - 3.0 mm, largo de hoja 105 - 305 mm, ancho de inflorescencia 3 - 6 mm y número de ramillas 2 - 3 por inflorescencia. La longitud de inflorescencia fue 25 - 55 mm, diámetro de macollo 5.5 - 17.5 cm, rendimiento de forraje 4 - 59 g planta⁻¹ y rendimiento de semilla 1.0 - 17.0 g planta⁻¹. Schellenberg *et al.* (2012) evaluaron variables morfológicas en la variación fenotípica de colecciones de pasto banderita en Canadá y algunos resultados coinciden con los obtenidos en este trabajo. Morales *et al.* (2009) al analizar la variabilidad morfológica de poblaciones de pasto navajita en Chihuahua, obtuvieron resultados muy similares en altura de forraje, altura de planta, densidad y grosor de tallos, ancho, longitud de hoja y longitud de la inflorescencia. El análisis de componentes principales (ACP) mostró que los tres primeros componentes principales (CP) explican el 54.4 % de la variación total observada. En un estudio donde se exploró y analizó la diversidad morfológica de 51 poblaciones de pasto banderita en el estado de Chihuahua, encontraron que los tres primeros CP explican el 73.83 % de la variación total observada (Morales *et al.*, 2016). Las variables morfológicas que más contribuyeron con el CP1 fueron rendimiento de

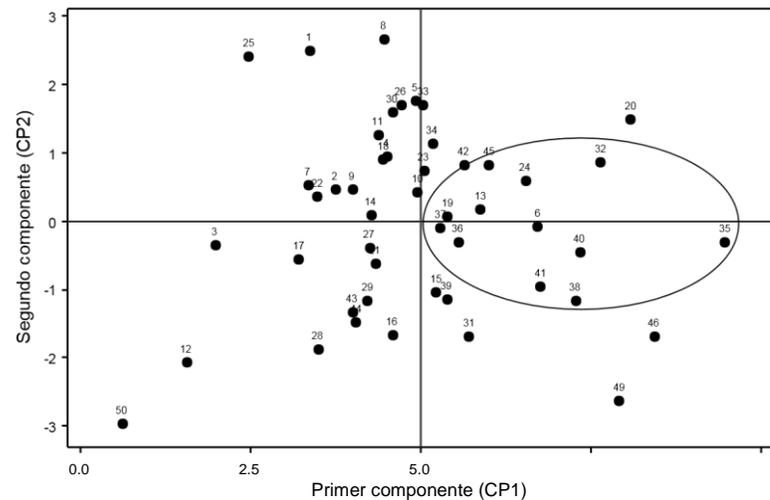
forraje, densidad de tallos y rendimiento de semilla. Estas variables están relacionadas con potencial para rendimiento de forraje y semilla. Para el CP2 las variables ancho de inflorescencia, grosor de tallo y altura de forraje fueron las de mayor contribución. Los resultados obtenidos por Morales *et al.* (2009) al analizar la variabilidad morfológica de poblaciones de pasto navajita en el estado de Chihuahua, reporta que las variables de mayor contribución en la explicación de la variación morfológica en el CP1 fueron rendimiento de forraje, densidad de tallos y altura de forraje y para el CP2, grosor de espigas, longitud de inflorescencia y número de espigas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Vectores característicos de las variables de mayor valor descriptivo, respecto a su componente principal en 48 poblaciones de pasto navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.].

Variable	Vector característico		
	CP1	CP2	CP3
Altura de forraje (cm)	0.205	0.446	0.083
Altura de planta (cm)	0.352	0.097	0.272
Densidad de tallos	0.481	-0.041	-0.085
Grosor de tallos (mm)	-0.106	0.455	-0.190
Ancho de hoja (mm)	-0.186	0.320	-0.143
Largo de hoja (mm)	0.098	0.141	-0.476
Ancho de la inflorescencia (mm)	-0.154	0.459	0.210
Numero de ramillas	- 0.080	0.313	0.577
Longitud de inflorescencia (mm)	-0.062	0.355	-0.285
Diámetro de macollo (cm)	0.329	0.135	-0.168
Rendimiento de forraje (g planta ⁻¹)	0.497	-0.063	-0.120
Rendimiento de semilla (g planta ⁻¹)	0.397	-0.034	0.354

Al correlacionar las variables morfológicas con los tres primeros componentes principales se presentaron correlaciones significativas. El CP1 presentó una correlación significativa ($p \leq 0.0001$) con rendimiento de forraje (0.88), densidad de tallos (0.85), rendimiento de semilla (0.69), altura de planta (0.62) y diámetro de macollo (0.58). El CP2 presentó una correlación significativa ($p \leq 0.0001$) con grosor de tallos (0.61), ancho de inflorescencia (0.61) y altura de forraje (0.51). Finalmente, el CP3 presentó correlación significativa ($P \leq 0.0001$) con número de ramillas (0.72) y largo de hoja (0.60). La Figura 2 muestra amplia diversidad morfológica en las poblaciones de pasto navajita. Se observa que las variables que más contribuyeron fueron rendimiento de forraje, densidad de tallos, altura de forraje, grosor de tallos y ancho de la inflorescencia.

Figura 2. Distribución de la diversidad morfológica de 48 poblaciones de pasto navajita, en función de los dos primeros componentes principales.



5.0
-2.5

Esta variabilidad morfológica puede servir para seleccionar características de interés como rendimiento de forraje y semilla. Además, esta variación que se obtuvo puede ser conservada en un banco de germoplasma *ex situ* para conservar y utilizar esta variación en programas de mejoramiento genético y para futuros programas de restauración de pastizales.

El análisis de conglomerados jerárquicos integró cuatro grupos basados en el método de ligamiento Ward (Figura 3). El grupo I (G-I) estuvo integrado por 13 poblaciones y se caracterizaron por presentar la mayor altura de forraje y altura de planta. Además, el número de ramillas presentó los mayores valores en esta variable. El grupo II (G-II) integró 11 poblaciones y se caracterizaron por presentar mayor diámetro de macollo, mayor grosor de tallos y menor altura de planta. El grupo III (G-III) integró 13 poblaciones que presentaron los valores más bajos en las variables altura de forraje, altura de planta, diámetro de macollo, rendimiento de forraje y rendimiento de semilla. Finalmente, el grupo IV (G-IV) integró a 11 poblaciones que se caracterizaron por presentar mayor altura de forraje, mayor altura de planta, rendimiento de forraje y semillas (Figura 3). Es importante considerar que estos estudios en los que se evalúa la diversidad morfológica, son fundamentales para evaluar y seleccionar material para diferentes propósitos como restauraciones ecológicas, rendimiento de forraje, retención de suelo, entre otros (Casler, 2005; Morales *et al.*, 2009).

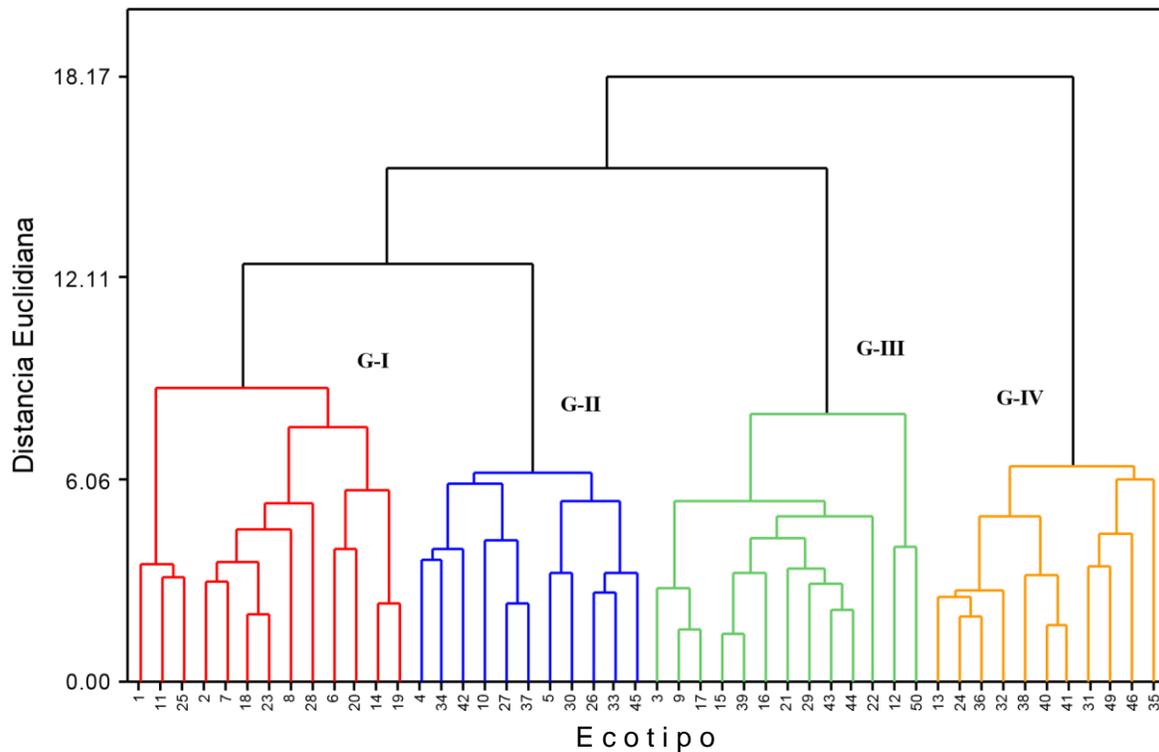


Figura 3. Dendrograma del análisis de 12 variables morfológicas en 48 poblaciones de pasto navajita con base en el método de ligamiento Ward.

Conclusiones

Se encontró alta variabilidad morfológica en las poblaciones de pasto navajita. Se detectaron poblaciones con potencial para ser utilizadas para rendimiento de semilla y forraje. Las poblaciones E46 y E19 presentaron el mayor potencial en rendimiento de semilla. Las poblaciones E35, E38 y E40 presentaron el mayor potencial para rendimiento de forraje. Estas poblaciones tienen potencial para ser seleccionadas e incluidas en una colección elite con la finalidad de obtener, en un futuro, su registro como variedades, previa evaluación y seguimiento en campo.

Literatura Citada

- Casler, M. D. 2005. Ecotypic variation among switchgrass populations from the Northern USA. *Crop Sci.* 45:388-398.
- Do Valle, B. C. 2001. Genetic resources for tropical areas: achievements and perspectives. Pages 477-482 In Proceed of the XIX International Grassland Congress. Brazilian Soc Anim Husb. Sociedade Brasileira de Zootecnia. São Pedro, São Paulo, Brazil.
- Esqueda, M. H., S. Echavarría, J. S. Sierra, P. Jurado y R. Escobar. 2004. Tecnología para el establecimiento de gramíneas en áreas de agricultura marginal. Publicación Técnica 1. Campo Experimental La Campana INIFAP-SAGARPA. México.
- Morales, N. C., P. L. Madrid, C. A. Melgoza, S. M. Martínez, G. S. Arévalo y C. Q. Rascón, G. P. Jurado. 2009. Análisis morfológico de la diversidad del pasto navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.], en Chihuahua, México. *Téc. Pecu. Méx.* 47:245-256.



- Morales, N. C. R. 2008. Metodología para la recolecta y conservación de germoplasma de plantas forrajeras en las zonas áridas y semiáridas de México. Folleto Técnico No. 21. S.E. Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA. 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., O. Rivero, A. Melgoza, P. Jurado y M. Martínez. 2013. Caracterización morfológica y molecular de *Leptochloa dubia* (poaceae) en Chihuahua, México. POLIBOTANICA. 36:13-28.
- 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.
- Royo, M. M. y A. Lafón. 2008. Capítulo II descripción fisiográfica, diversidad vegetal y vertebrados del rancho experimental la campana. En Rancho Experimental La Campana 50 Años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. A. Chávez y R. Carrillo. ed. Catalogación bibliográfica del INIFAP-CIRNOC., México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. 1ª. Ed. Editorial Limusa. 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.
- White, P. R., S. Murray y M. Rohweder. 2000. Pilot analysis of global ecosystems-grassland ecosystems. World Research Institute. Washington, D.C. USA.

PRUEBAS DE GERMINACIÓN EN CARIÓPSIDE DE TRES VARIEDADES DE *Tripsacum dactyloides* L.

GERMINATION TESTS ON CARYOPSIS OF THREE *Tripsacum dactyloides* L. VARIETIES

Alejandra Pérez Hernández¹, Leonor Miranda Jiménez¹, José A. S. Escalante Estrada¹, Santiago Garduño Velázquez², Alicia Zárate Ramos¹, Denise Costich³.

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. bawer29@hotmail.com, ² Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. ³ Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

Resumen

Tripsacum dactyloides L., es una especie perenne, tropical, se distribuye desde el noreste de Estados Unidos hasta Paraguay. El estudio se realizó, en tres lotes de semilla comercial (Iuka, Pete y Nemaha), provenientes de Kansas, EUA. El objetivo fue conocer el porcentaje de germinación y viabilidad de esta; lo anterior, debido que lotes de semilla comercial de esta especie son escasos y usualmente tienen muy bajo porcentaje de germinación y altos niveles de latencia en cariósido. Se pesaron mil cariósidos para determinar diferencias entre variedades. La prueba de germinación estándar se realizó para dos tratamientos: brácteas accesorias eliminadas recientemente y seis meses previos, esta se llevó a cabo en germinadora bajo condiciones controladas de luz y temperatura. La prueba de viabilidad con tetrazolio, permite conocer si el embrión muestra actividad metabólica (respiración), dependiendo la tonalidad de la reacción por tinción y se

desarrolló para determinar la calidad de semilla. La variedad Nemaha presentó mayor peso de mil cariósides 22.8 g e inferior Pete 19.3 g; en la prueba de germinación estándar, no existe diferencia en liberar el cariósido de la cúpula (ramilla y brácteas accesorias que lo protegen), con seis meses de anticipación o realizarlo inmediatamente antes de la prueba; sin embargo, el cariósido liberado de la cúpula (espiguilla comercial) con anticipación, mostró mayor infestación por hongos. Los porcentajes de germinación en cariósides de Iuka, Pete y Nemaha fueron 30, 33, 37 y viabilidad 72, 76, 91, respectivamente; por lo cual se recomiendan realizar estudios de rompimiento de latencia en el cariósido y así alcanzar el potencial de germinación del cariósido, tan necesario en esta especie con bajos rendimientos y alta dehiscencia de semilla. **Palabras clave:** *Tripsacum dactyloides*, tetrazolio, cariósides, germinación, viabilidad.

Introducción

Tripsacum dactyloides (L.) L. es una planta nativa de México y Estados Unidos (Rzedowski & Rzedowski, 2001), perenne, de clima tropical. La semilla botánica de *Tripsacum* es una cariósido, 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 indehisciente, 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 constituye aproximadamente 1/3 del cariósido, se localiza dorsalmente en la base de este y se encuentra frente a la lema, el eje de la radícula-coleóptilo puede ser identificado como una pequeña cresta en el lado dorsal de la superficie de la cariósido (Baxter y Copeland, 2008). *Tripsacum* presenta baja calidad de semilla debido a la sensibilidad al ambiente durante el desarrollo del cariósido en la planta madre (cariósidos inmaduros, maduración irregular, entre otros aspectos), alta dehiscencia y dureza de la espiguilla; esto último, resulta en bajo porcentaje de germinación de espiguilla aunado a altos niveles de latencia en cariósido por los tejidos que rodean el embrión (Tian *et al.*, 2002), dado que contienen inhibidores y actúan como barreras físicas que limitan la entrada de agua, intercambio gaseoso y expansión del embrión (Adkins *et al.*, 2002, Baskin y Baskin, 2004; Springer *et al.*, 2001). Germinación se define como la emergencia y desarrollo de estructuras esenciales que provienen del embrión y que manifiestan la capacidad del cariósido para producir una planta normal autótrofa independiente, bajo condiciones favorables. Considerando planta normal, aquella que posee todas las estructuras esenciales (raíz, hipocótilo, plúmula) para desarrollarse bajo condiciones favorables de humedad, luz y temperatura; planta anormal, es aquella que presenta alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, e impide su desarrollo normal en condiciones favorables de humedad, luz y temperatura. Las cariósidos recalcitrantes son aquellas que permanecen vivas al final de la prueba de germinación, no absorben agua debido a sus cubiertas impermeables (Moreno, 1984). Por tanto, algunas veces pensamos que las cariósidos están muertas, sin embargo es importante realizar la prueba de viabilidad para discriminar entre cariósidos vivas y muertas. La prueba de viabilidad con tetrazolio, se basa en la reacción bioquímica de ciertas enzimas de las células vivas. Consiste en la reducción de tetrazolio formándose un compuesto rojo llamado formazan. La actividad de esos sistemas enzimáticos, decrece parcialmente con la viabilidad de las cariósidos; por lo tanto, una tonalidad rojo intenso es indicadora de células vivas del embrión; en cambio, la falta de coloración o tonalidad rosa pálido es indicativo de poca viabilidad de las células embrionarias (Moreno, 1984). En Estados Unidos, la semilla comercial de esta especie incluye la espiguilla (cúpula) completa en incluye: rama

modificada, glumas, lemas y palea. Debido a que los lotes de semilla comercial presentan baja calidad fisiológica, por las estructuras que rodean al carióspside, el objetivo fue conocer el porcentaje de germinación y viabilidad, una vez retiradas las estructuras coriáceas y de la cúpula (gluma, lema, palea y ramilla modificada), esto es, en el carióspside liberado de la cúpula.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Laboratorio de Análisis de Semillas del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Estado de México. El material genético consistió en carióspsides de tres variedades comerciales de *Tripsacum dactyloides* (Pete, luka y Nemaha). Para el análisis se limpiaron 200 g de semilla; la cual, consistió en retirar la cúpula (ramilla modificada) y brácteas accesorias (gluma, lema y palea) conservando únicamente la carióspside, esto se realizó de manera manual con pinzas de electricista (Fig. 1). La prueba de peso de mil carióspsides, consistió en contar cuatro repeticiones de 1000 carióspsides, en cada variedad y se registró el peso en gramos. En germinación estándar se usó el método “sobre papel” recomendado por la ISTA (2005), consistió en contar 400 carióspsides, que fueron divididos en cuatro repeticiones, por variedad. En 12 cajas de plástico tipo “sandwichera”, se colocó una toalla de papel tipo “sanita” por cada caja y se identificó cada caja con nombre de variedad, replica y fecha. Posteriormente se colocaron 100 carióspsides por cada caja y se agregó agua destilada para mojar la sanita, se revisaron cada tercer día las cajas, para revisar y, en su caso, conservar condiciones adecuadas de humedad. Se colocaron las cajas en cuarto y condiciones controladas de germinación, la distribución de las variedades fue bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Durante las pruebas, se mantuvieron constantes los niveles de humedad y temperatura a 25 °C, la prueba presentó una duración de 25 días. En la prueba de viabilidad del carióspside, 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 carióspsides por cada variedad, se colocaron en cajas de plástico (9 cm × 9 cm × 3.5 cm); posteriormente, se pre-acondicionaron las carióspsides dejándolas remojar con agua destilada por 12 horas a 25 °C. Los carióspsides se dividieron en dos, longitudinalmente, con cuchilla de afeitar para exponer el embrión y tejidos, ambas mitades de cada 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 este periodo, se lavaron con agua destilada y se procedió a realizar el conteo. Los embriones que se tiñen de rojo fuerte son altamente viables, rosa medianamente viables y sin coloración, no viables. A 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).



Espiguilla completa



Carióspside

Figura 1. Espiguilla completa y carióspside de *Tripsacum dactyloides*.

Resultados y Discusión

Existe diferencia estadística en peso de mil carióspsides en las tres variedades (Cuadro 1), la variedad Nemaha presentó mayor peso de carióspsides, el menor lo presentó Pete con una diferencia de 3.55 g. Wencheng *et al.* (2017), reportan peso de carióspside individual, en Pete de 15 a 24 mg, resultados parecidos a los encontrados en el presente estudio, ya que la variedad Pete registro 19.3 gramos, que es la media de 15 y 24 mg; resultado importante debido a que es la misma variedad.

Cuadro 1. Peso de mil carióspsides en tres variedades de *Tripsacum dactyloides*.

Variedad	Peso carióspside individual		
	PMS (g)	(g)	Carióspsides por kg
Nemaha	22.8 A	0.0228	35587
Iuka	21.2 B	0.0212	47192
Pete	19.3 C	0.0193	51921
CV (%)	0.45		
Significancia	***		

Medias con distinta literal entre columna son diferentes estadísticamente Tukey ($\alpha = 0.05$), CV: Coeficiente de variación, Significancia: * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$.

En la prueba de germinación estándar sólo se observaron diferencias significativas para tratamiento respecto a carióspside recalcitrante que no germinó ($P < 0.05$). La variedad Iuka presentó mayor porcentaje en carióspside duro o recalcitrante (36%) y menor Nemaha (27%) (Cuadro 2). Las carióspsides liberadas de las espiguillas o cúpulas con anterioridad (seis meses) presentaron 48% de hongos, mientras que las carióspsides liberadas de la espiguilla recientemente presentaron 22% de hongos. En carióspsides duros, aquellas escarificadas recientemente presentaron 44% y los escarificados con anterioridad 20%; lo anterior, es indicativo de la conveniencia del “pelado” o liberación del carióspside y almacenamiento del mismo con buena anticipación a la siembra y realizar el almacenamiento en condiciones que eviten su infestación por hongos. Huarte y García (2009), colectaron semilla y la sometieron a pruebas de germinación estándar y encontraron 67%. Wencheng *et al.* (2017), reportan en la variedad Pete, 54% de germinación. En ambos estudios la germinación es superior a la encontrada en este estudio, el primer estudio superó en 30%, en el segundo mayor a Pete 21%. Sin embargo, considerando únicamente semilla viable, como indica ISTA en sus procesos (ISTA, 2005), los resultados encontrados en este trabajo son superiores por la variedad Iuka y Nemaha, respecto a los reportados por estos últimos autores (Cuadro 3). Es importante mencionar que lotes comerciales de semilla, traen la espiguilla completa (Figura 1), es decir la carióspside viene cubierto por estructuras coriáceas; cuando sometemos la espiguilla completa a prueba de germinación, esta es de 1 a 5%, por ello es necesario pelar la espiguilla, liberando al carióspside y someter a germinación únicamente el carióspside (con tratamiento de escarificación que logre alcanzar la viabilidad máxima del carióspside). En la prueba de viabilidad con tetrazolio (Cuadro 3), podemos observar que existe diferencia significativa en porcentaje de carióspside muerta, donde Iuka y Pete presentaron mayor porcentaje 28 y 24, respectivamente y Nemaha presentó el menor porcentaje 9. Ajustando a porcentaje de carióspsides vivos (viabilidad a rojo intenso), Nemaha, Pete e Iuka, obtuvieron 91%, 76%, 72% de germinación, respectivamente. Wencheng *et al.* (2017), encontraron en la variedad Pete 74% de viabilidad con tetrazolio. Los resultados de viabilidad reportados en la literatura son similares a los encontrados en el presente estudio, lo cual es un tanto lógico debido a que son lotes de semilla comercial.

Cuadro 2. Porcentaje de germinación, en tres variedades de *Tripsacum dactyloides*.

	SI GERMINARON (%)		NO GERMINARON (%)	
	Germinación	Anormal	Variedad	Hongos
			Cariópside duro₁	
Nemaha	36 A	1 A	37 A	27 B
Pete	31 A	2 A		
Iuka	27 A	3 A	33 A	38 AB
			35 A	36 A
CV (%)	30.6	86.8	23.8	20.8
Significancia variedad	NS	NS	NS	*
TRATAMIENTOS				
Escarificada recientemente	31 A	2 A	22 B	44 A
Escarificada 6 meses antes	32 A	2 A	48 A	20 B
Significancia tratamiento	NS	NS	***	***

Medias con distinta literal entre columnas son diferentes estadísticamente Tukey ($\alpha = 0.05$), CV(%): Coeficiente de variación, Significancia: NS = No significativa, * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$. 1. Cariópside duro: Semilla recalitrante.

Cuadro 3. Porcentaje de viabilidad con cloruro de Tetrazolio, en tres variedades de *Tripsacum dactyloides*.

Variedad	Cariópsides vivos (%)		Cariópsides muertos (%)		Germinación considerando Rosa
	Sin color		únicamente altamente viables	Rojo	
Nemaha	56 a	35 a		9 b	64
		26.2		21.5	
Significancia	**	NS		***	
Iuka	38 b	34 a		28 a	82
Pete	50 a	26 a		24 a	54
CV(%)	9.2				

Medias con distinta literal entre columnas son diferentes estadísticamente Tukey ($\alpha = 0.05$), CV(%): Coeficiente de variación, Significancia: NS= No significativa, * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$.

Conclusiones

La liberación del cariópside de la cúpula o espiguilla en *Tripsacum dactyloides* incrementa marcadamente la germinación, pasando de 0- 5% a niveles muy superiores de 82% considerando ajuste por viabilidad. La liberación del cariópside de la cúpula resulta en menor semilla recalitrante, cuando esta ocurre seis meses antes de la siembra. Se debe prevenir la infestación de hongos en el almacenamiento de cariópsides liberados de la cúpula. Debido a bajos porcentajes de germinación y altos porcentajes de viabilidad, es necesario establecer tratamientos de escarificación al cariópside, para disminuir su latencia en *Tripsacum dactyloides* y mejorar el potencial de germinación en esta especie, lo cual es tecnológicamente posible.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), el apoyo financiero brindado para el desarrollo de este trabajo a través de la Beca de Maestría en Ciencias otorgada a la primera autora y, a través del proyecto de Problemas Nacionales Clave: 248252 “Colecta, Salvaguarda y Evaluación de Forrajeras (Poaceae) para Pastoreo Extensivo, Nativas de México Semiárido”

Literatura Citada

- Adkins, S.W., Bellairs, S.M., Loch, D.S., 2002. Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica* 126: 13–20.
- Baskin, J.M., and Baskin, C.C., 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res.* 14: 1–16
- 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, TX.
- 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. 380p.
- Rzedowski, G. C. de & J. Rzedowski, 2001. *Flora Fanerogámica del Valle de México.* 2a ed. Instituto de Ecología y CONABIO. 2ª Ed., 1ra Reimpresión. Pátzcuaro, Michoacán, México. 975p.
- Springer, T.L., Dewald, C.L. and Aiken, G.E., 2001. Seed germination and dormancy in eastern gamagrass. *Crop Sci.* 41: 1906–1910.
- Tian, X., Knapp, A., and Moore, K., 2002. Cupule removal and caryopsis scarification improves germination of eastern gamagrass seed. *Crop Sci.* 42: 185–189.
- 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.

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN TRES VARIEDADES COMERCIALES DE *Tripsacum dactyloides* L., BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

DRY MATTER YIELD FOR THREE COMMERCIAL VARIETIES OF *Tripsacum dactyloides* L., UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Alejandra Pérez Hernández¹, Adrián R. Quero Carrillo¹, José A. S. Escalante Estrada¹, Santiago Garduño Velázquez², Gabino García de los Santos¹, Leonor Miranda Jiménez¹, Denis Costich³, Raúl Plascencia Jiménez⁴

¹ Colegio de postgraduados, Campus Montecillo. ² Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México.
³ CIMMYT, El Batán, Texcoco, Estado de México ⁴ INIFAP, Santiago Ixcuintla, Nayarit³

Resumen

Tripsacum dactyloides, es una especie perenne, tropical, nativa de México y Estados Unidos, que se distribuye desde el noreste de Estados Unidos hasta Paraguay. El objetivo fue conocer la

acumulación de materia seca en tres variedades comerciales de *Tripsacum dactyloides*: Iuka, Pete y Nemaha, bajo condiciones de invernadero; lo anterior, para determinar el momento óptimo de corte. Se usaron bolsas de 50 x 50 cm, las cuales se llenaron con sustrato en proporción: 2/4 tezontle, 1/4 estiércol, 1/4 suelo local; se homogeneizó el sustrato y posteriormente, se llenaron las macetas dando lugar al trasplante. La evaluación se llevó a cabo seis meses después del trasplante; para ello, se dio corte de uniformización a 10 cm del suelo y se inició la evaluación una semana después del corte; posteriormente, cada nueve días post-corte, hasta completar seis periodos de rebrote, con el fin de determinar el momento óptimo para este. En cada corte se contó número de tallos por maceta, altura de planta y rendimiento de materia seca (RMS) por componentes morfológicos. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones. El momento óptimo de corte, ocurrió a los 40 días del rebrote, la variedad que presentó mayor RMS fue Iuka con 224 gm⁻², distribuidos principalmente en hoja 192 gm⁻², tallo 28 gm⁻² e inflorescencia 5 gm⁻² y la mayor altura de planta 71 cm. El menor rendimiento de materia seca (MS) se observó para Nemaha con 180 gm⁻², distribuidos principalmente en hoja 170 gm⁻², tallo 10.4 gm⁻² e inflorescencia 0.08 gm⁻². Pete registró mayor número de tallos: 199 m² a 40 días de rebrote, lo que le ayudo a rendir 209 gm⁻² de MS.

Palabras clave: *Tripsacum dactyloides*, rendimiento de forraje, momento de cosecha, Iuka, Pete, Nemaha

Introducción

Tripsacum es un género de 16 especies, nativo de regiones tropicales de América, va 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, con cañas fuertes y gruesas en la base, por lo general con limbos planos y anchos. La inflorescencia es un racimo espigado o series de dos a pocas ramas racimosas, similares a espigas, que producen espiguillas estaminadas arriba, y espiguillas pistiladas abajo. Las espiguillas estaminadas de dos flores, en pares sobre un lado de un raquis continuo, las espiguillas pistiladas por abajo de las estaminadas y sobre el mismo raquis, simples, sésiles y parcialmente embebidas en el raquis. Las glumas de la espiguilla estaminada y planas, de varias nervaduras, relativamente delgada. Las glumas de la espiguilla, pistilada, duras y fundidas con el raquis, envolviendo fuertemente el resto de la espiguilla. Las lemas de las flores estériles y fértiles, delgadas y membranosas sin aristas y a menudo reducidas (Gould y Shaw, 1992).

El manejo bajo condiciones de pastoreo, 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. Un balance adecuado entre calidad y cantidad de forraje se obtiene cuando el pasto es cosechado a una altura de 15 o 20 cm durante la etapa de crecimiento. Sin embargo, pastoreos frecuentes conducen a un deterioro de la pradera, por lo que se recomiendan períodos de descanso de aproximadamente 45 días en verano y de 56 días en sequía (Guillen, 2001; Dewald *et al.*, 2009); sin embargo, para cuidar la persistencia de la pradera, deben darse descansos más largos. Las praderas se pueden quemar cada año para eliminar forraje residual, ya que es senescente y de baja calidad, para controlar malezas leñosas y reducir enfermedades foliares (Cook *et al.*, 2005).

Tripsacum dactyloides es muy apetecible para el ganado y por dicha apetencia, es una de las primeras especies en ser eliminada bajo pastoreo continuo, después del pastoreo, el rebrote crece 3 cm día⁻¹, es succulento, 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). En cultivos de corte y producción de forraje para heno ó ensilados, los cortes se realizan cada 45 días, aproximadamente (Cook *et al.*, 2005) a no menos de 20 cm de altura, pudiéndose hacer dos o tres cortes bajo condiciones de temporal Norteamericano (USDA-NRCS, 2012). El objetivo fue conocer la acumulación de materia seca en periodos determinados, en tres variedades comerciales de *Tripsacum dactyloides* (Iuka, Pete y Nemaha), bajo condiciones de invernadero; para determinar el momento óptimo de corte.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un invernadero del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Texcoco, Estado de México. El material genético consistió en tres variedades comerciales de *Tripsacum dactyloides*: Pete, Iuka y Nemaha. Los carióspsides de estas variedades se germinaron en condiciones controladas de humedad y temperatura, la prueba duró 25 días; posteriormente, las plántulas se llevaron al invernadero y se trasplantaron individualmente en bolsas plásticas de 10 x 10, y se mantuvieron durante seis meses, donde se proporcionó agua y fertilizante foliar cuando la planta lo requería. Posteriormente, se trasplantaron en macetas plásticas de 50 x 50 cm, donde se preparó un sustrato en proporción: 1/2 tezontle, 1/4 estiércol, 1/4 tierra, este se homogeneizo y se llenaron las macetas dando lugar al trasplante. Se establecieron las macetas bajo un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones para cada uno de los seis periodos de corte evaluados. Posteriormente, se dieron dos meses de recuperación a la planta, antes de iniciar la evaluación; después, se le dio corte de homogenización a 10 cm del suelo, para iniciar la evaluación una semana después y posteriormente el muestreo destructivo fue cada nueve días en macetas definidas para cada fecha (diferentes). Al momento del corte se midió altura de planta, número de tallos por maceta, composición morfológica: hoja, tallo e inflorescencia, se llevaron las muestras a la estufa durante 3 días a 70 °C; una vez pasado el tiempo, se sacó y registró peso seco. Se realizó una transformación de la información a una densidad cuatro plantas por metro cuadrado (40,000 plantas por hectárea), así se registró y reporto el rendimiento en g MS m⁻².

A las variables en estudio se les aplicó un análisis de varianza, las que mostraron diferencias significativas, comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$), el paquete para análisis estadístico InfoStat (InfoStat, 2008).

Resultados y Discusión

En promedio, el número de tallos por metro cuadrado se incrementó de 62 en el primer corte (7d), a 190 tallos m⁻² en el último corte (52d; Cuadro 1). Pete fue la variedad que presentó el mayor número de tallos m⁻² en todos los muestreos, inicio con 73 y finalizó con 203 tallos m⁻². Mientras que la variedad Nemaha presentó menor cantidad de tallos al último corte: 178 tallos m⁻². Mientras que Henry (2003), evaluó el número de tallos m⁻² de *Tripsacum dactyloides* durante 10 cortes sucesivos, durante la primer semana contaron 80 tallos m⁻² y cada semana se incrementó el número de tallos, hasta llegar al máximo 471 tallos m⁻², en la semana 10.

Cuadro 1. Número de tallos en un metro cuadrado (m⁻²), en tres variedades de *Tripsacum dactyloides*.

Edad de rebrote	Pete	7d	16d	25d	34d	43d	52d
		73 A	77 A	148 A	170 A	199 A	203 A

Nemaha	64 B	74 A	128 B	147 B	166 B	178 B
Iuka	50 C	53 B	92 C	143 B	156 C	191 AB
Media	62	68	122	153	174	190
CV (%)	3.7	4.8	1.6	3.1	1.6	3.3
Significancia	***	***	***	***	***	**

Medias con distinta literal entre columna son diferentes estadísticamente Tukey ($\alpha = 0.05$), CV: Coeficiente de variación, Significancia: * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$.

La altura de planta inicial fue 32 cm e incremento a 66 cm en el último corte en promedio (52 d; Cuadro 2). La variedad Iuka al inicio, presentó altura inferior al resto y posteriormente, al quinto corte, presentó mayor altura 71 cm, y finalizó con 73 cm; siendo significativamente superior a Nemaha y Pete. La variedad Pete, inicio con menor altura de planta y al finalizar fue 14 cm inferior respecto a Iuka. Mientras que Villanueva *et al.* (2013), en condiciones de temporal de trópico seco, reporta alturas de planta en *Tripsacum dactyloides* de 115 cm en la época de sequía y verano 230 cm. Por su parte Henry (2003), reportó alturas de planta a la semana 10, cuando se realizó el corte de 225 cm.

Cuadro 2. Altura de planta, en tres variedades de *Tripsacum dactyloides*.

Edad de rebrote	7d	16d	25d	34d	43d	52d
Iuka	26 B	32.7 B	39.3 A	42.3 A	71.1 A	73.1 A
Nemaha	39.8 A	44.8 A	49.7 A	52.7 A	63.4 AB	65.4 AB
Pete	31 B	41.5 AB	51.9 A	54.9 A	55.8 B	59.3 B
Media	32	40	47	50	63	66
CV(%)	10.7	10.3	17.5	16.4	9.9	8.4
Significancia	**	**	NS	NS	*	*

Medias con distinta literal entre columnas son diferentes estadísticamente Tukey ($\alpha = 0.05$), CV: Coeficiente de variación, Significancia: NS = No significativa, * = $p \leq 0.05$, ** = $p \leq 0.01$, *** = $p \leq 0.001$.

Conforme aumentó el periodo de corte se incrementó el forraje cosechado de 16 g m^{-2} (25d) a 222 g m^{-2} en promedio (52d; Fig. 1). También se observó presencia mínima de tallo, en los primeros tres cortes; a partir del cuarto corte se registró inflorescencia (Flor), en Iuka y Pete; mientras que, la variedad Nemaha la presentó hasta el último corte. La máxima acumulación de materia seca se registró a 43d, en las tres variedades Iuka, Pete y Nemaha con 114, 101, 85 g m^{-2} respectivamente, en el último corte 14, 22, 16 g m^{-2} respectivamente; sin embargo, al último corte la hoja presentaba coloraciones amarillentas, en las tres variedades. A 52d de edad del rebrote, la variedad que presentó el máximo rendimiento fue Iuka con 224 g m^{-2} , el menor rendimiento Nemaha con 181 g m^{-2} . Por lo tanto, se recomienda cortar el 14 de julio (43 días de edad del rebrote), debido a que el incremento de MS es mínimo posteriormente. Por su parte Springer *et al.*, (2003), evaluaron el rendimiento de forraje en *Tripsacum dactyloides*, encontraron gran variación entre rendimientos por corte de 254 a 570 g m^{-2} y un rendimiento total anual de 1485 g m^{-2} bajo una densidad de 10.7 plantas m^{-2} . Mientras que Kritzek *et al.* (2003), en retrocruzas de híbridos interespecíficos de maíz y *Tripsacum* obtuvieron rendimientos 230 a 490 g m^{-2} con dos cortes en la estación de crecimiento, que comprende de Marzo a Julio en los Estados Unidos.

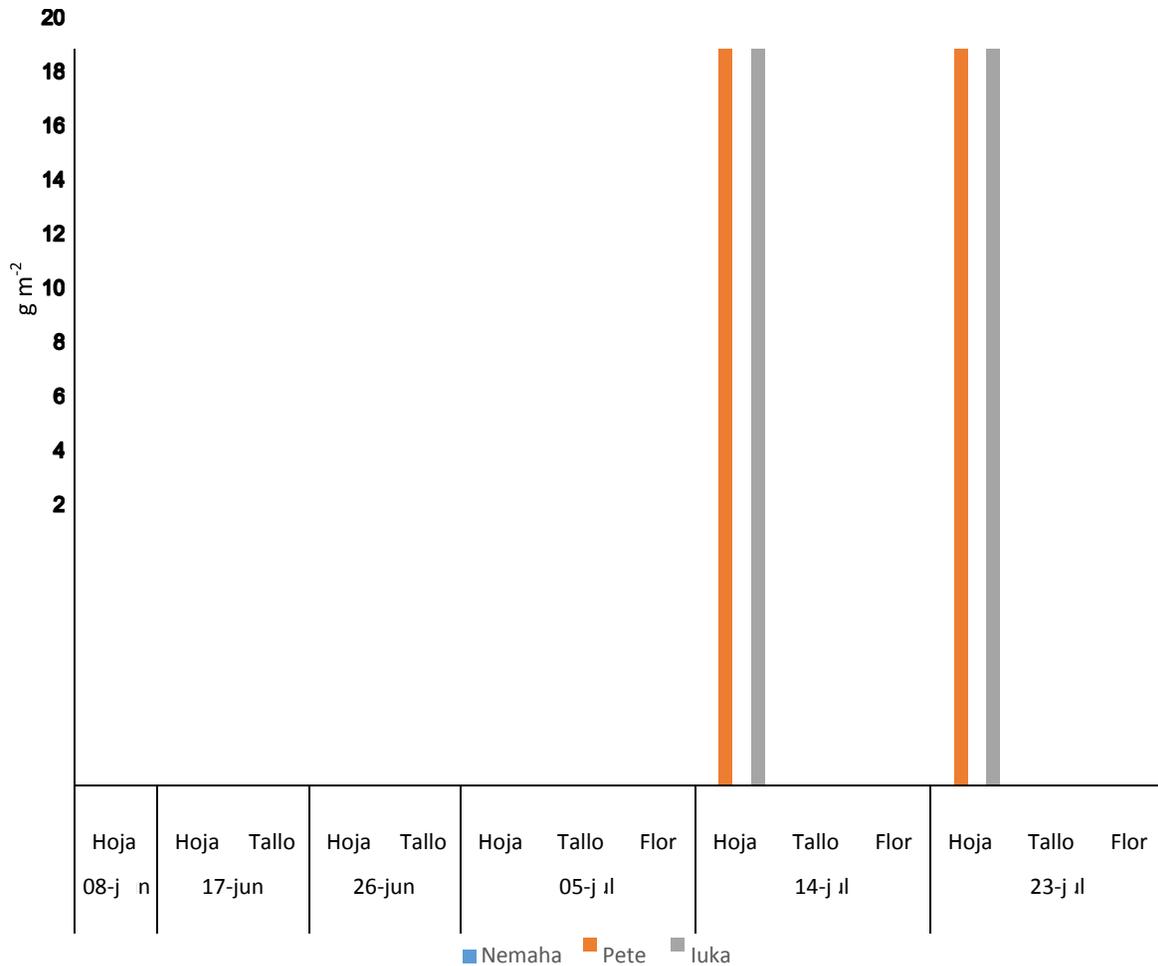


Figura 1. Acumulación de materia seca por componente morfológico, en tres variedades de *Tripsacum dactyloides*.

Conclusiones

El momento óptimo de corte, en condiciones de invernadero ocurre al día 43 de edad de rebrote, donde la variedad que rindió mayor cantidad de materia seca fue Iuka, con 224 g m⁻², de igual manera presentó mayor altura de planta; sin embargo por número de tallos fue superada por la variedad Pete. Se requieren estudios más sólidos para determinar el momento óptimo de cosecha en esta especie por época del año.

El manejo del pastoreo o corte en días gregorianos se vuelve obsoleto y estos se deben programar en base al estado fisiológico de desarrollo de la planta y los componentes del rendimiento en *Tripsacum dactyloides* y otras especies.

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), el apoyo financiero brindado para el desarrollo de este trabajo a través de la Beca de Maestría en Ciencias otorgada a la primera autora y, a través del proyecto de Problemas Nacionales Clave: 248252 “Colecta, Salvaguarda y Evaluación de Forrajeras (Poaceae) para Pastoreo Extensivo, Nativas de México Semiárido”

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>: accedido 25 May 2009.
- 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. 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. En: spfcic.tamu.edu/proceedings/2001/ecology/gillen.htm, disponible en 14 de agosto de 2013.
- Henry, M.M.S. 2003. Yield, nutritive value, and digestibility of eastern gamagrass pete [*Tripsacum dactyloides* (L) L]. A dissertation of Doctor of Philosophy. University of Arkansas. 90 p.
- Krizek, D.T., Ritchie, J.C., Sandeghi, A.M., Foy, C.D., Rhoden, E.G., Davis, J.R. and Cam, M.J. 2003. A four-year study of biomass production of Eastern gamagrass grown on an acid compact soil. *Communications in Soil Sci. Anal.* 34(34):457-480.
- Springer, T.L., Dewald, C.L., Sims, P.L. and Gillen R.L. 2003. How Does Plant Population Density Affect the Forage Yield of Eastern Gamagrass?. *Crop Sci.* 43:2206-2211.
- 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 *Tripsacu*. 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.

REGENERACIÓN DE SUELOS Y COSECHA DE AGUA CON DISEÑO HIDROLÓGICO CON LINEA CLAVE (KEYLINE) EN PARCELAS AGROSILVOPASTORILES

SOILS REGENERATION AND WATER HARVESTING WITH KEYLINE DESIGN HYDROLOGIC IN AGRO-SILVOPASTORAL LANDS

Ma. del Carmen Ponce¹, Francisco Oscar Carrete², Juan Fernando Sánchez², Osvaldo Reyes²,
María Elena Pérez López³, José Ángel Prieto Ruíz⁴, Jesús Muñoz Ramos⁵ Alma Rosa Soto⁶.

¹Alumna del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, UJED. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UJED. ³IPN-CIIDIR Durango, ⁴ Facultad de Ciencias Forestales UJED, ⁵Instituto Tecnológico Valle del Guadiana, ⁶ Gerencia Operativa del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del DHLC en la regeneración de suelos y cosecha de agua en parcelas agrosilvopastoriles. Para implementar el diseño, se realizó el levantamiento topográfico, plano de curvas a nivel, el diseño en papel e implementación en el terreno. Se

establecieron tres tratamientos (tres tipos de preparación de suelo) con plantación de pino (*P. engelmannii*): instalación de barreras de piedra con curvas a nivel plantando en cepa tradicional, trazo de surcos siguiendo la línea clave y sobre éstos, se plantaron los pinos y el testigo con cepa tradicional. Se midió, altura, diámetro y la sobrevivencia a los ocho y once meses de su plantación y la humedad del suelo por tres semanas. Los resultados de porcentaje de sobrevivencia a los ocho meses no muestran diferencia estadística ($P>0.05$), sin embargo, al mes once, sí presentaron diferencias estadísticas ($P<0.05$), las barreras de piedra (87%) y el DHCL (77%), superaron al testigo (33%). Respecto a la humedad del suelo, no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P>0.05$), excepto con DHLC en la semana dos (24%). Demostrando lo reportado por Gras (2012), el diseño con líneas clave, lleva la humedad de las vertientes a las laderas y la mantiene por todo el terreno. Por lo tanto, la implementación de obras de conservación de suelo apoyadas en líneas a nivel y líneas clave, favorecen la retención de humedad y mejoran las condiciones del suelo para el desarrollo de la vegetación.

PALABRAS CLAVE: línea clave (keyline), cosecha de agua, regeneración de suelos, plantación de pino. *P. engelmannii*.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of DHLC on soil regeneration and water harvesting in agrosilvopastoral plots. In order to implement the design, a topographic survey, a plane of level curves, also a design was sketched on to paper and field implementations were carried out. Three treatments (three types of soil preparation) were established with pine plantation (*P. engelmannii*): installation of stone barriers with level curves planted in traditional strains, a trace of grooves following the key line and on such lines the pines and the control with traditional strains were planted. Height, diameter and survival were measured at eight and eleven months of planting and soil moisture measurements for three weeks. The results in percentage survival at eight months did not show statistical differences ($P> 0.05$); however, at month 11, there were statistical differences ($P <0.05$), stone barriers (87%) and DHCL (%), exceeded the control (33%). Regarding soil moisture, there were no statistical differences between treatments ($P> 0.05$), except for DHLC at week two (24%). Demonstrating what Gras (2012) reports, the design with keyline takes moisture from the slopes to the hillsides and maintains it throughout the terrain. Therefore, the implementation of soil conservation works supported by level lines and key lines, which favor the retention of moisture and improve soil conditions for vegetation development

Introducción

El suelo es la base para la producción de alimentos y plataforma para el desarrollo de cualquier país (FAO, 2015). En México, de los 198 millones de hectáreas que conforman la superficie territorial, 22 millones se dedican a la agricultura, de éstas el 76% tiene algún grado de afectación por erosión hídrica, donde el 13% es fuerte o extrema (SAGARPA, 2012). Así mismo, el 45% del territorio nacional presenta condiciones áridas y semiáridas, en gran parte de estas áreas se practica la agricultura de temporal y la ganadería extensiva, misma que demanda de los esquilmos agrícolas en la temporada de estiaje, dejando los terrenos desprovistos de vegetación, lo que conlleva a su gradual deterioro. Bajo este panorama, el sector agropecuario enfrenta dos grandes amenazas: la escasa y errática lluvia y la degradación del suelo por erosión (IMTA, 2013). La erosión por ser un proceso selectivo, arrastra las partículas finas y la materia orgánica que son las más reactivas

del suelo y deja las partículas gruesas, pesadas y menos reactivas. Esto provoca la disminución de la concentración de nutrientes en el suelo y las tierras se vuelven gradualmente menos productivas (Gras, 2012). El ritmo actual de degradación de los suelos pone en riesgo la viabilidad de las actividades agropecuarias y forestales, amenaza la capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras, a menos que se revierta esta tendencia a través de un esfuerzo concentrado hacia la gestión sostenible de los suelos (SAGARPA, 2012). Sus efectos conllevan a una crisis silenciosa que avanza rápidamente. Es un problema que, a pesar de estar amenazando la subsistencia de millones de personas, tiende a ser ignorado por la población en general y no está, de manera significativa en la agenda de las prioridades de los gobiernos. Una de las prioridades a largo plazo es la sostenibilidad ambiental y la conservación de los recursos naturales, donde el desarrollo agrícola, pecuario y forestal tiene un papel importante. Es necesario que se lleven al campo el conocimiento y la innovación tecnológica para que se incremente su productividad y competitividad (FAO, 2013). Una alternativa para reducir la degradación de los suelos, es el Diseño Hidrológico de Terrenos en Línea Clave (keyline) “DHLC”, que, como su nombre lo dice, permite diseñar y manejar el patrón de laboreo de las tierras, de tal manera que ayuda a retener el suelo, conducir el agua de las vertientes a las laderas, la distribuye de manera homogénea por todo el terreno, la retiene e infiltra. Con esto, maximiza el recurso hídrico, restituye al suelo su profundidad, fertilidad, contrarresta la degradación de los suelos y por ende, aumenta la producción y mejora la economía de los productores (Gras, 2012). Por esto, el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto del DHLC en la regeneración de suelos y cosecha de agua en parcelas agrosilvopastoriles en el estado de Durango.

Materiales y Métodos

El área de estudio se localiza en el predio conocido como Tres Molinos, al sur de la Ciudad de Durango, a una distancia aproximada de 20 km. Pertenece al Ejido El Nayar, de la sub-cuenca de El Tunal, en la cuenca alta del Río San Pedro Mezquital. Se encuentra ubicado a los 23.505573° N y 104.461337° W, a una altitud de 2,304 m. El clima de la zona es templado sub-húmedo, tiene una temperatura media anual de 16 °C y una precipitación pluvial media anual cercana a 800 mm. El tipo de vegetación es bosque encino pino y su tipo de suelo, es litosol (INEGI, 2010). Para implementar el DHLC, se realizó el levantamiento topográfico y plano de curvas a nivel de la parcela de estudio. Considerando el Punto Clave (punto de un terreno donde una vertiente encausa la salida de agua) y Línea Clave (la línea a nivel que se extiende a ambos lados de un punto clave) (Stuart, 2002), se hizo el diseño en papel de acuerdo a la metodología descrita por Yeomans (1993), para su posterior implementación en el terreno. Se establecieron tres tratamientos (tres tipos de preparación de suelo), en una plantación con pino (*P. engelmannii*):

1. Instalación de barreras de piedra con curvas a nivel plantando en cepa tradicional,
2. Trazo de surcos siguiendo la línea clave y sobre éstos, se plantaron los pinos a dos metros de distancia
3. Testigo con cepa tradicional (sin curvas, ni barreras o líneas a nivel).

Para medir el impacto del diseño se evaluó: calidad del suelo, de acuerdo a la Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo (USDA, 1999); erosión con el método de clavos de erosión, recomendado por la UNESCO (Brea, 2010); para vegetación: cobertura aérea y basal con

Líneas Canfield, producción de forraje y la densidad de plantas con el cuadrante de Daubenmire técnicas descritas por el INIFAP (2005); la humedad relativa, punto de rocío y temperatura con sensores ONSET y la precipitación con pluviómetro y para la plantación de pino, se midió; altura, diámetro y la sobrevivencia a ocho y 11 meses de su plantación (Prieto, 2007); humedad del suelo con sensores de yeso (Florentino, 2011), por tres semanas (septiembre-octubre). El estudio se estableció con un diseño completamente al azar y a los datos se les practicó el análisis de varianza por medio del programa SAS (2003).

Resultados y Discusión

Las variables medidas hasta el momento, señalan las condiciones de la parcela al inicio del experimento (línea Base). El efecto del DHLC, podrá verse hasta finales del presente ciclo de lluvias. Sin embargo, los resultados de porcentaje de sobrevivencia *P. engelmannii*, (Cuadro 1), a los ocho meses no muestran diferencia estadística ($P>0.05$). Más aun, al mes once, sí presentaron diferencias estadísticas ($P<0.05$), las barreras de piedra (87%) y el DHCL (77%), superaron al testigo (33%). Haciendo evidente que el manejo del suelo con líneas a nivel, tiene efectos positivos sobre la sobrevivencia, la altura y el diámetro de los pinos.

Cuadro 1. Parámetros de la plantación de *P. engelmannii* evaluados a ocho y 11 meses de su plantación.

Tratamiento	Ocho meses Abril			Once meses Julio
	Sobrevivencia (%)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Sobrevivencia (%)
Barreras de piedra a nivel	85 _a	13.2 _a	11.3 _a	87 _a
DHLC	75 _a	11.2 _b	12.0 _a	77 _a
Testigo	89 _a	11.2 _b	8.9 _b	33 _b

^{ab} Valores con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes.

Mientras que, la humedad del suelo de los diferentes tratamientos, estimada durante tres semanas (Cuadro 2), no muestra diferencias estadísticas entre ellos, excepto para el tratamiento con DHLC en la semana dos. Indica por un lado, que éste, retuvo mayor cantidad de agua en el terreno, y por otro lado que la frecuencia de las lluvias, mantuvieron el suelo a capacidad de campo en los demás tratamientos. De acuerdo a los datos del pluviómetro, se colectaron 487 mm de lluvia a la fecha, valor que está dentro del promedio de lluvia para el sitio, INEGI, (2010). Es importante señalar que el terreno tiene: una pendiente del 11%, con vertientes que normalmente presentan mayor humedad por la escorrentía del agua y que envían el agua hacia las partes bajas del terreno provocando anegamiento y laderas que tienden a estar más secas; ahora, una vez implementado el diseño, la humedad se mantiene en toda la extensión de la propiedad con porcentajes de agua muy semejantes tal como lo reporta Gras (2012).

Cuadro 2. Humedad en suelo.

	Porcentaje de humedad		
	Barreras de piedra a nivel.	DHLC	Testigo
Semana 1	22 ^a	14 ^a	21 ^a
Semana 2	16 ^b	24 ^a	20 ^b
Semana 3	17 ^a	19 ^a	22 ^a

NOTA.- Medias entre columnas con la misma literal no son diferentes (P>0.05)

Conclusiones

Los resultados a la fecha, muestran que la implementación de obras de conservación de suelo apoyadas en líneas a nivel y líneas clave, como son las barreras de piedra acomodada y el DHLC, favorece la retención de humedad y mejoran las condiciones del suelo para el desarrollo de la vegetación, siendo esta última la mejor.

Literatura Citada

- Gras, E. 2012. Cosecha de agua y tierra. Diseño con Permacultura. Ediciones Ecohabitar, Visiones Sostenibles S.L. España. 240 p.
- Institución Nacional de Investigación Forestal Agrarias Agrícola y Pecuarias (INIFAP). 2005. Memorias del taller para técnicos. Inventario de Pastizales. 80 p.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2013. Diseño hidrológico del terreno (sistema keyline), en parcelas agrícolas con precipitación limitada. Manual Técnico. 73 p. https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/disenio-hidrologico-delterreno/files/assets/common/downloads/publication.pdf. Fecha de consulta 15 de agosto de 2017.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datosgeograficos/10/10016.pdf>. Fecha de consulta 10 de mayo de 2017.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2013. El Suelo. Depósito de Documentos de la FAO. <http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s04.htm#TopOfPage> # Tema 2: Erosión y pérdida de fertilidad del Suelo. Fecha de consulta 15 de agosto de 2017.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2015. Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse. Roma <http://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>. Fecha de consulta 30 de mayo de 2017.
- Prieto, R. J. A., P. A. Domínguez C., E.H. Cornejo O. y J. J. Navar Ch. 2007. Efecto del envase y del riego en vivero en el establecimiento de *Pinus cooperi* Blanco en dos condiciones de sitio. Madera y Bosques 13(1):79-97. <http://www.redalyc.org/html/617/61713107/>. Fecha de consulta 25 de septiembre de 2017.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería., Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2012. El suelo y la producción agropecuaria. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/EI%20suelo%20y%20la%20produccion%20agropecuaria.pdf>. Fecha de consulta 15 de agosto de 2017.
- Stuart, B. H. 2002. Yeomans' keyline design for sustainable soil, Water, agroecosystem and biodiversity Conservation: a personal social ecology Analysis University of Western Sydney, Richmond, NSW. Fenner Conference on the Environment, p.34-48. http://www.academia.edu/26823321/Yeomans_Keyline_design_for_sustainable_soil_water_agroecosystem_and_biodiversity_conservation_a_personal_social_ecology_analysis. Fecha de consulta 20 de septiembre de 2017.



Yeomans, P. A. 1993. Water for every farm. Yeomans Keyline Plan. Griffin Press Pty Limited. Netley, South Australia. 261 p.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO HASTA EL ESTABLECIMIENTO EN *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr. CON DIFERENTE TAMAÑO DE SEMILLA
SEEDLING GROWTH ANALYSIS TO ESTABLISHMENT USING DIFFERENT CARYOPSIS SIZE IN *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr

Juana E. Ramírez Melendez¹, Adrián R. Quero Carrillo¹, Filogonio J. Hernández Guzmán¹,
Leonor Miranda Jiménez¹, Cándido López Castañeda¹, Abieser Vázquez González¹.

¹Postgrado en Ganadería, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. México México. ramirez.juana@colpos.mx.

Resumen

Se evaluó el crecimiento de plantas en recursos genéticos de *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr.: las variedades: NdeM-125; NdeM-303; NdeM-417 y seis ecotipos: Zacatecas (181); Coahuila (62), SJ del Río, Dgo; Teloxtoc, Pue.; Chilcuautla, Hgo, Sierra Juárez, Oax. El periodo experimental incluyó de siembra hasta establecimiento (90 días), en invernadero. Se separó por tamaño de carióspside en base a peso, tamaño y forma, considerando tamices y definir grupos: carióspside grande y chica. Con el fin de aprovechar el material genético disponible, la siembra se realizó en almacigo, 21 días después de la siembra (dds), las plántulas se trasplantaron a tubetes individuales de 70 cm³, se realizaron muestreos destructivos a 43, 56, 67, 81 y 96 dds. El rendimiento de materia seca total al terminar el estudio no mostró diferencias ($P < 0.05$) entre variedades, para carióspside grande; sin embargo, para chica, NdeM-125 y Sierra Juárez fueron los destacados. El efecto de tamaño de carióspside fue diferente para 62, 181, NdeM-303 y Teloxtoc. Para 125 y Sierra Juárez, la semilla chica fue más destacada. Para altura, 181 fue superior para ambos tamaños de carióspside. El efecto de tamaño de carióspside no fue significativo para 62; sin embargo, para NdeM-125 y Sierra Juárez el tamaño de carióspside chica fue superior en altura de planta no así en las demás variedades y ecotipos donde carióspsides grandes son superiores. El genotipo 181 mostró precocidad al ser la única en floración durante el periodo de estudio esto solo en semilla grande.

Palabras clave. Selección de carióspside, *Bouteloua curtipendula*, desarrollo de plántula Abstract

Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. genetic resources were evaluated from sowing to establishment (90 d after sowing -das): varieties NdeM-125; NdeM-303, and NdeM-417 including six ecotypes: Zacatecas (181); Coahuila (62), SJ del Río, Dgo; Teloxtoc, Pue.; Chilcuautla, Hgo, Sierra Juárez, Oax. The experiment was developed under greenhouse conditions. Mature spikelets were peeled by hand through friction and resulting caryopsis were separated within in two groups: big and little through the use of specific sieves. Seed was sown within pots and 21 das seedlings were transplanted individually within 70cm³ plastic containers and these were supplied with water and nutrients as required. Destructive sampling was performed at 43, 56, 67, 81, and 96 das. Four replicates for each size and date were destroyed under a Complete Randomized Block design and Tukey was used for mean separation. No differences were detected for big caryopsis total dry matter production among genotypes ($P > 0.05$); however, for little caryopsis, NdeM-125 and Sierra Juárez were better than big caryopsis ($P < 0.05$). Caryopsis size was different ($P < 0.05$) for genotypes 62, 181, NdeM-303 and Teloxtoc. For plant height, genotype 181 was the highest for both caryopsis size. Genotype 181 showed early development due to the fact that it was the only one showing flowering during the study period for big caryopsis. There is diversity to be evaluated for improving seedling development. **Key words. Caryopsis selection, *Bouteloua curtipendula*, seedling development.**

Introducción

En el mundo las gramíneas han formado parte de un papel importante y fundamental en grandes civilizaciones debido a sus múltiples usos, cultivos como trigo, sorgo, cebada y por su puesto el maíz han sido de gran importancia en el desarrollo de muchas culturas, las gramíneas también se han utilizado de manera ornamental así como también medicinal y en la industria, representando así uno de los grupos vegetales más diversos en el mundo (Dávila y Sánchez, 1996). México es el centro de la diversidad genética de muchas especies de pasto, entre ellas, *Bouteloua* con 57 especies, las cuales están distribuidas desde Canadá hasta Argentina y son de gran importancia en los pastizales en Norteamérica (Siqueiros, 2001); sin embargo, se ha recolectado y evaluado germoplasma, pero no se ha hecho de manera sistemática (Morales-Nieto *et al.*, 2008). El tamaño de carióspside puede determinar el vigor de la planta así mismo un aumento o reducción de la germinación (Naylor, 1980) para banderita reportan mayor germinación en carióspside grande a diferente profundidad de siembra (Hernández 2015).

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en condiciones de invernadero en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. Se evaluaron variedades comerciales de pasto banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.: NdeM-125 (SAGARPA-SNICS: 1730); NdeM-303 (SAGARPA-SNICS: 1729); NdeM-417 (SAGARPA-SNICS: 1727); además, seis ecotipos; de Zacatecas (181); Coahuila (62), SJ del Río, Dgo; Teloxtoc, Pue.; Chilcuaatla, Hgo, “El estudiante” Sierra Juárez, Oax. Manualmente, se eliminaron brácteas accesorias del carióspside, es decir glumas, lemas y palea; lo anterior, mediante fricción física de forma manual. Una vez obtenido el carióspside limpio, en laboratorio se tomó el peso de 10 carióspsides por genotipo y se determinó la distribución de peso de los mismos considerando como grandes los más pesados y chicos los de peso menor. El peso se distribuyó de 0.0002 a 0.0010g y se decidió que las carióspsides con peso entre 0.0005 y 0.0010g son los pesados y los menores de 0.0005 g son los ligeros o chicos. Posteriormente, carióspsides pesados y ligeros se midieron en dimensiones: largo ancho y grueso con vernier modelo Knova, a continuación, se usó tamiz del número 25 con tamaño de ojo de 0.71 mm (Norma ASTM) para separar entre carióspside grande y pequeña. La carióspside grande fue la que no paso el tamiz y la chica, aquella que paso bien el tamiz. La siembra se realizó en 31 de mayo del 2017, se sembraron en almargos nueve tratamientos, considerando las variedades comerciales antes mencionadas y seis ecotipos divididos en carióspside grande y chica. Se utilizó como sustrato compuesto de suelo, tepecil y corteza molida de árbol, a razón de 2:1:1 y se sembró a capacidad de campo y previamente esterilizado, los carióspsides fueron inoculados con *Trichoderma* spp., para promover la germinación la cual ocurrió entre los 3 y 4 (dds). A los 21 días después de la siembra (dds), se realizó el transplante a tubetes individuales de 70 cm³ para el cual se utilizó como sustrato peat moss, se realizaron muestreos destructivos a 43, 56, 67, 81 y 96 días, utilizando dos tubetes por variedad y ecotipo además por tamaño de carióspside, en cada muestreo se midió área foliar en laboratorio, para ello se utilizó Integrador de Área Foliar LICOR; asimismo, la materia seca de las plantas se dividió en componentes: raíz, hoja y tallo, colocando estos en sobres etiquetados, llevándolos a estufa de flujo de aire a 60 °C durante dos días, para determinar materia seca. El diseño experimental fue bloques completamente al azar, siendo las variedades y genotipos evaluados los tratamientos y el tamaño de carióspside grande (CG) y carióspside chico (CCh) los bloques. Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS 9.0 realizando un análisis de varianza, al encontrar diferencias

estadísticas significativas se realizó una prueba de comparación de medias mediante la prueba de (Tukey $\alpha = 0.05$).

Resultados y Discusión

El contenido de materia seca entre variedades y ecotipos no mostro diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) para los componentes hoja tallo y raíz; sin embargo, el componente hoja del ecotipo Teloxtoc es el que registró mayor contenido de MS; por otra parte, para el componente tallo, 181 registró la mayor cantidad; para raíz, Teloxtoc obtuvo un valor superior, pero no diferente estadísticamente en comparación con los demás variedades, en relación con lo anterior se obtuvo la relación raíz:parte aérea indicando que 181 y Chilcuautla producen por unidad de raíz (g) dos unidades de parte aérea con 2.3 y 2.0 respectivamente siendo estos ecotipos superiores, dentro de las variedades evaluadas; entre las variedades, NdeM-303 es superior produciendo 1.9 unidades de parte aérea con respecto a la raíz.

Cuadro 1. Variables evaluadas de tres variedades y seis ecotipos de pasto Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr.

VAR/ECO	Materia seca		Altura		Área foliar	
	G	Ch	G	Ch	G	CH
62	0.3365	0.3139	28.5	32	12.4	12.9
NdeM-125	0.3244	0.4618	17.5	29.5	11.2	18.16
181	0.7581	0.3662	67.5	52	13.04	8.07
NdeM-303	0.3374	0.2303	28.5	32	16.08	7.2
NdeM-417	0.2754	0.2345	27.5	25	11.1	7.71
Chilcuautla	0.3174	0.3032	32.5	31	14.17	6.6
San Juan del Rio	0.324	0.3236	30	28	14.19	7.95
Sierra Juárez	0.294	0.4359	25.5	26	13.34	20.71
Teloxtoc	0.3505	0.2798	29.5	27	18	12.75

VAR/ECO= variedades/ecotipos, G=grande, Ch=chica, letras minúsculas diferentes muestran diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre variedades y ecotipos, letras mayúsculas diferentes muestran diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre tamaño de semilla.

Entre los materiales genéticos evaluados Sierra Juárez es el más deficiente pues la producción que genera por unidad de raíz es de 1.1 (Cuadro 2). En relación con lo anterior, la producción de biomasa total para 181 es superior mostrando diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) tanto para carióspside grande como para carióspside chico.

Conclusiones

Existe amplia variabilidad para el desarrollo de planta al establecimiento. Los genotipos 181, Chilcuahutla y la variedad NdeM-303 muestran la mejor proporción de asignación de recursos desde la raíz hacia la parte aérea. La selección de carióspsides es una herramienta para lograr mejor desarrollo de plántulas ante condiciones de temporal en el Desierto Chihuahuense.

AGRADECIMIENTOS. A CONACyT 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 y, a través del proyecto de Problemas Nacionales Clave: 248252 “Colecta, Salvaguarda y Evaluación de Forrajeras (Poaceae) para Pastoreo Extensivo, Nativas de México Semiárido”.

Cuadro 2. Relación raíz parte aérea y suma de materia seca en sus componentes: Hoja, Tallo y Raíz de cinco muestreos (96 dds), en tres variedades y seis ecotipos de pasto banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr.

VAR/ECO	MS Hoja (g)	MS Tallo (g)	MS Raíz (g)	Razón raíz:parte aérea
62	0.6393	0.40695	0.61775	0.59
NdeM-125	0.5957	0.3631	0.6235	0.65
181	0.7274	0.8396	0.67525	0.43
NdeM-303	0.517	0.28865	0.434	0.54
NdeM-417	0.5383	0.29075	0.51895	0.63
Cht	0.6118	0.36845	0.4926	0.50
SJDR	0.6026	0.28865	0.6365	0.71
SJ	0.6892	0.26975	0.87455	0.91
TX	0.9234	0.29075	0.94525	0.78
Sig	NS	NS	NS	
CV (%)	21	47	21	

VAR/ECO= variedades y ecotipos, Cht= Chilcuautla, SJDR= San Juan del Rio, SJ= Sierra Juarez, TX= Teloxtoc, Sig= significancia, CV= coeficiente de variación.

Literatura Citada

- Dávila Aranda, Patricia. Sánchez Ken, Jorge. 1996. La importancia de las gramíneas como forraje en México. *Ciencias*, núm. 44, octubre-diciembre, pp. 32-34. [En línea].
- Hernández-Guzmán, Filogonio Jesús; Quero-Carrillo, Adrián Raymundo; Pérez-Rodríguez, Paulino; VelázquezMartínez, Mauricio; García-de los Santos, Gabino; (2015). Germinación y emergencia de propágulos de pasto en respuesta a pruebas de vigor. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Septiembre-Noviembre, 1519-1532
- Morales N, C.R., A Quero C., J Pérez P., A Hernández G., Le Blanc O. 2008. Caracterización morfológica de la población nativa de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. en México. *Agrociencia* 42: 767775.
- Naylor, R. E. 1980. Effects of seed size and emergence time on subsequent growth of perennial rye grass. *New Phytologist*. 84:313-318.
- Siqueiros M. E. 2001. *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr. Systematic. PhD. Thesis, Claremont Graduate University, Claremont, California. 86 p.

EVALUACIÓN QUÍMICA DEL ENSILAJE DE GIRASOL *Helianthus annus* (L.), EN DOS FASES DE CRECIMIENTO

CHEMICAL EVALUATION OF SUNFLOWER *Helianthus annus* (L.) SILAGE

FOR TWO GROWTH STAGES

J. Martín Rodríguez¹, Leonor Miranda Jiménez¹, Adrián R. Quero Carrillo¹, José A. S. Escalante Estrada¹, María T. González¹

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. rodriguez.martin@colpos.mx

Resumen

Los forrajes ensilados ofrecen amplias ventajas sobre aquellos henificados, como el almacenamiento de grandes cantidades de energía a través del forraje en corto tiempo, además de almacenar la mayor cantidad de nutrientes contenidos en la planta para épocas críticas del año. El objetivo fue evaluar la composición química del ensilaje de girasol en dos fases de crecimiento. El cultivo se estableció en parcelas de 5m x 5m, con distancia entre surcos de 80cm y entre plantas de 10.4 centímetros. La siembra fue manual con densidad de 120 mil plantas por hectárea. Se realizó un corte en las fases de crecimiento R4 y R6, el girasol se picó y colocó manualmente en microsilos fabricados con tubos de PVC y tapas de caucho; con nueve repeticiones por etapa. Los microsilos se abrieron 182 y 171 días posteriores de su elaboración, se determinó: porcentaje de materia seca (%MS), proteína cruda (PC), cenizas (CEN), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina (LIG), hemicelulosa (HM), celulosa (CL), potencial hidrogeno (pH) y digestibilidad *in vitro* de la MS (%DIVMS). Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) para contenido de MS, PC, CEN y pH, la etapa R4 presentó mejores valores para PC (10.5%) y CEN (15.5) y valores de pH más altos (4.9; $p < 0.05$). La etapa R6 presentó mayor MS (16.2%) y menor pH (3.9) indicadores de fermentación láctica. La composición química del ensilaje del cultivo de girasol en la etapa R4 muestra cualidades nutricionales valiosas para la alimentación de rumiantes y esta especie puede representar una opción para la descarga de ganado en el pastizal. **Palabras clave:** Ensilaje, digestibilidad, pH, microsililo, fermentación, rumiantes.

Introducción

El girasol *Helianthus annus* (L.) procede del Oeste de América del Norte, se adapta fácilmente a diversos ambientes por lo que en la actualidad es cultivado en los cinco continentes. Se utiliza principalmente para la producción de aceite; y, en menor medida como ornamental, confitero y en la alimentación animal. Su ciclo productivo comprende entre 100 y 150 días, según genotipo y ambiente: temperatura y nutrientes disponibles en el suelo. La planta de girasol se divide en dos etapas de desarrollo; vegetativa (V) y reproductiva (R). El desarrollo reproductivo de la planta se divide en nueve fases que dependen del desarrollo de la inflorescencia; desde su aparición inicial, a través de la anthesis, hasta la madurez fisiológica de semilla. Por su ciclo productivo corto comparado con el de maíz y sorgo, capacidad de utilizar el agua disponible en el suelo (resistencia a sequía) y tolerancia a la variación de temperatura, el cultivo de girasol se ha promovido como alternativa forrajera para la producción de ensilaje destinado a la alimentación de rumiantes. Se ha sugerido la siembra de este cultivo para ensilaje, en sitios donde existen deficiencias hídricas para

otros cultivos como maíz o sorgo que serían inviables (Riveiro *et al.*, 2007), por lo que representa una opción para áreas cultivables en ranchos ganaderos de zonas semiáridas.

El ensilaje de girasol posee mayor contenido de proteína comparado con aquél de especies tradicionales; lo cual, constituye una alternativa prometedora en la alimentación de rumiantes (Barbosa *et al.*, 2010). Se ha considerado en algunos ensayos (Mafakher *et al.*, 2010) que el momento favorable para utilizar girasol como forraje en la alimentación animal, se encuentra entre la etapa R5.5 y R9; de estas etapas, la etapa R7 es el momento en el cual se puede encontrar un balance entre calidad y rendimiento, esta etapa se alcanza aproximadamente a 100 días de la siembra. Respecto a proteína cruda (PC) se ha indicado un efecto contrario, puesto que la concentración de esta desciende de 15 a 9 % de R3 a la etapa R9. Con el ensilaje, aumentan significativamente la fibra detergente ácida (FDA), fibra detergente neutra (FDN) y el extracto etéreo (EE); mientras que la materia orgánica (DMO), disminuye (INIA, 2001). Por otro lado, estos autores definen al ensilaje de girasol como buena alternativa para la alimentación de rumiantes, siempre y cuando la relación beneficio-costeo sea positiva. En México, los estudios sobre ensilaje de girasol para la alimentación de rumiantes han sido limitados y las necesidades de nuevas alternativas para la producción de este son crecientes; lo anterior, enfocado al mejor aprovechamiento de tierras productivas marginales, como los pastizales semiáridos, donde pueden apoyar la producción de forraje ensilado para la descarga de potreros en épocas de estiaje y bajas temperaturas. El objetivo del presente estudio fue evaluar la composición química del ensilaje de girasol en dos fases de crecimiento para definir el mejor momento de ensilaje y lograr tanto la mejor calidad de ensilado con mayor rendimiento de MS.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, localizado en el municipio de Texcoco, en el Estado de México, a 19° 29' LN y 98° 53' LO a 2248 msnm. El clima se clasifica como C^(wo)(w)b(i)^g, temperatura media anual de 15°C, heladas poco frecuentes, precipitación pluvial media anual de 686 mm y vientos dominantes del sur (García, 2004). En cada parcela de girasol se realizó un corte total de la planta a diez centímetros del suelo en dos fases fenológicas diferentes: El primer corte en la fase R4, la cual se presentó 89 días después de la siembra (DDS). En esta fase fenológica, la planta comienza a presentar las primeras flores liguladas comúnmente de color amarillo. El segundo corte se realizó en la fase R6, observada a 100 DDS. En esta etapa, las flores del capítulo han abierto y las flores liguladas están marchitas. Para cada fase (R4 y R6), se elaboraron nueve microsilos para la producción de ensilaje a partir de forraje de girasol. El forraje cosechado para cada fase se transportó al laboratorio de forrajes, donde se picó manualmente en partículas de 2-3 cm. Los silos (tubos de PVC) se llenaron con forraje de girasol picado y se presionaron, evitando espacios que contuvieran aire y se sellaron. Los tubos de PVC tuvieron dimensiones de 25 cm de alto por 10.16 cm de diámetro y se sellaron herméticamente por ambos extremos con tapa de caucho sujeta con abrazadera de acero galvanizado de 10.16 cm de diámetro. Para la medición de pH del ensilaje se utilizó potenciómetro portátil Hanna HI-98107 pHep. El proceso se realizó tomando una muestra de ensilaje del nivel medio del contenedor (20 gr) inmediatamente después de abierto el microsilo. La muestra se mezcló con 20 mL de agua destilada y se licuó por 1 minuto (min); una vez transcurrido el tiempo de licuado, se dejó reposar por 5 min y se filtró con tamiz de tela de algodón limpia y humedecida con agua destilada; la cual, se limpió entre muestras. El porcentaje (%) de materia seca se determinó en 1.5 kg 0.2± de muestra tomadas de cada microsilo, la muestra se

colocó en charola de aluminio y se introdujo en estufa de secado a 70°C y se llevó a peso constante (por 72 hr), periodo en el cual la muestra se estuvo removiendo para promover secado rápido y homogéneo. Al final del secado se pesó la muestra y por diferencia de peso se determinó el porcentaje (%) de materia seca para cada unidad experimental. Las muestras se incineraron durante 24 h a 600 °C para obtener el contenido de materia orgánica y cenizas. La concentración de proteína cruda (PC) se midió por el método Kjeldahl ($N \times 6.25$; AOAC, 1990). Las concentraciones de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA; Van-Söest *et al.*, 1991) y lignina detergente ácido (LDA; Göering y Van-Söest, 1970), se obtuvieron secuencialmente en analizador de fibras ANKOM200® (Ankom Technology, Fairport, NY, USA), mediante bolsas filtro Ankom® F57 con tamaño de poro de 30 micrómetros. Para determinar FDN se utilizó α -amilasa para remover el N y almidón de la muestra. La hemicelulosa (HC) y celulosa (CL) se calcularon por diferencia entre FDN y FDA, y FDA y lignina, respectivamente. Los datos obtenidos de las variables de respuesta se sometieron a un análisis Completamente al Azar, con procedimiento GLM y prueba de Tukey para la comparación de medias. Los análisis se ejecutaron en el software SAS, versión 9.3 (SAS, 2003).

Resultados y Discusión

El porcentaje de materia seca (% MS) se incrementó a mayor fase fisiológica del cultivo ($p < 0.05$); lo anterior, de 13.4% a 19.3%, de la etapa R4 a R6, respectivamente (Cuadro 1). Vilela *et al.* (2002) para tres periodos de corte en girasol (95, 110 y 125 DDS) encontraron aumentos en la acumulación de materia seca, conforme avanzó el estado de cosecha, con valores de 22.9, 24.8 y 28.1 (%MS), respectivamente. Por otro lado, se ha indicado un incremento de 23.6% de mayor contenido de %MS entre dos fases fisiológicas (R6 y R9; Romero *et al.*, 2008). Mafakher *et al.* (2010) han indicado incrementos de concentración de MS en R3, R5 y R6-R7 con 11.4, 12.5 y 13.7 %, entre etapas y respectivamente, sin tener diferencias estadísticas ($p > 0.01$). Los datos obtenidos en el presente trabajo concuerdan con el incremento de %MS conforme avanzaron las etapas fenológicas consideradas para este cultivo.

Cuadro 1. Composición química de la materia seca (%MS) y pH del ensilaje de girasol en función de la etapa de corte. Montecillo, México 2016.

Etapa de corte	N	MS	PC	CEN	FDN	FDA	LIG	HM	CL	pH
R4	6	11.00 ^b	10.5 ^a	15.5 ^a	41.7 ^a	30.0 ^a	6.5 _a	11.5 ^a	23.2 ^a	4.9 _a
R6	6	16.2 ^a	8.4 ^b	11.5 ^b	41.3 ^a	30.0 ^a	6.7 _a	11.3 ^a	23.0 ^a	3.9 ^b

^{a, b}: Medias en la misma columna con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$), prueba de comparación de medias de Tukey. N: número de repeticiones; MS: materia seca; PC: proteína cruda; CEN: cenizas; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; LIG: lignina; HM: hemicelulosa; CL: celulosa; pH: potencial hidrogeno.

La concentración de proteína cruda (%PC) mostró disminución entre fases fenológicas pasando de 10.5% a 8.4% en R4 y R6, respectivamente ($p < 0.05$), el cual representa 20% en la disminución de %PC; concordando con datos publicados por otros autores (Souza *et al.*, 2005), que reportan disminución del 14.7% para PC en ensilajes de girasol conforme avanzó el estado de madurez y, por otra parte contrastan con Vilela *et al.* (2002), que indican aumento de proteína de 11.5% en el

ensilaje de tres cultivares de girasol al comparar una fase fenológica a otra. En el presente estudio se encontraron valores superiores de PC para las etapas R4 y R6 con 10.5 y 8.4% de mayor contenido, respectivamente; resultados que concuerdan con los reportados Tomich *et al.* (2004) quienes reportaron una media de 8.8% de PC a 115 días de cosecha en cultivares de girasol. Los contenidos de FDN, FDA, Lignina, Hemicelulosa y Celulosa del ensilaje de girasol (Cuadro 2), muestran que FDN y FDA no presentaron diferencias ($P < 0.05$; 41.7 y 41.3) entre las etapas R4 y R6 ($p > 0.05$), respectivamente. Jayme *et al.* (2007) indican valores para FDN 17.2% y 28.3%, superiores a lo encontrado en el presente trabajo. Resultados que difieren a lo reportado por Vilela *et al.* (2002), donde obtuvieron diferencias significativas en tres diferentes periodos de corte. Respecto a FDA, 30% (MS) tanto para la etapa R4 como para R6, no se encontraron diferencias ($p > 0.05$), en cuanto a los resultados obtenidos en el laboratorio. Estos resultados concuerdan con los datos encontrados por Romero y Mattera (2008), puesto que reportaron 32.7% y 36.5% en dos fases de crecimiento en girasol, no encontrando diferencias estadísticas entre las dos fases. En cuanto a pH, se observaron valores menores conforme avanzó el estado fenológico. En los resultados obtenidos en el presente trabajo la fase R6 presentó pH de 3.9 (entre 3.5 y 4.5), adecuado para fermentación láctica ($p < 0.05$). Sin embargo, estos resultados difieren con los datos presentados por Romero y Mattera (2008), quienes encontraron niveles de pH para los estadios R6 y R9 de 4.4 y 5.2, respectivamente, datos que pueden indicar, que el proceso de ensilaje no se llevó a cabo adecuadamente. Fassio *et al.* (2001), reportan niveles de pH entre 4.5 a 6.0 en tres diferentes estadios de crecimiento, R3, R5.5 y R9; mientras que Barbosa *et al.* (2010), encontraron datos similares al presente estudio, reportando pH de 4.3 en el ensilaje de girasol, indicativo de adecuada conservación. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%DIVMS) fue similar entre etapas de crecimiento ($p > 0.05$; Cuadro 2), aunque se observó tendencia a reducirse ligeramente de R4 a R6 (Fig. 1), para disminuir en fases avanzadas de desarrollo. Datos similares fueron indicados por Mafakher *et al.* (2010), al evaluar ensilaje de girasol en tres etapas distintas de crecimiento; en los cuales, evaluó la digestibilidad *in vitro* de la MS y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica, indicando digestibilidades de 69.9, 69.2 y 65.9 para las fases R3, R5 y R6-R7, respectivamente, sin observar diferencias estadísticas. Se han indicado valores promedio de digestibilidad *in vitro* de 49.8% (Tomich *et al.*, 2004), inferiores a los encontrados en el presente trabajo.

Cuadro 2. Digestibilidad *in vitro* (%MS) a diferentes horarios (hr) de fermentación, como porcentaje de la materia seca (%MS) del ensilaje de girasol, en función de la etapa de corte.

Etapa de MS	DIVMS	Media corte (%)	24	48	72	
R4	13.4 ^b	50.0 ^a	75.8 ^a	65.2 ^a	63.7	
R6	19.3 ^a	48.3 ^a	74.0 ^a	66.0 ^a	62.8	

^{a, b}: Medias en la misma columna con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) con prueba de medias de Tukey. MS: materia seca; DIVMS: digestibilidad de la materia seca.

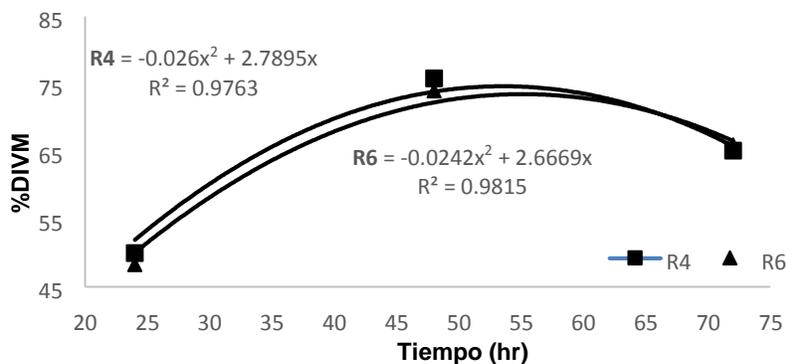


Figura 1. Tasa de digestibilidad de la materia seca (%MS) del ensilaje de girasol en dos estadios de crecimiento.

Conclusiones

La composición química del ensilaje del girasol muestra de manera general cualidades nutricionales para ser integrado a la dieta de rumiantes. La etapa R4 mostró mayor proteína cruda; sin embargo, los valores de pH altos, comprometen el proceso de fermentación. La etapa R6 es una opción viable para ensilar, sin exponer la calidad del ensilaje. Es necesario estudiar etapas más avanzadas en el cultivo de girasol para conocer el perfil nutricional del forraje; así como hacer pruebas de consumo y de comportamiento en ganado.

Literatura Citada

- Ribeiro PL, Carlos GL, Mario RN, Ribeiro TT. Ensilaje de girasol como opción forrajera. Jornada sobre producción y utilización de ensilaje. 2007; <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/161427/1/OPB1719.pdf> Consultado el: 02/07/2016.
- Barbosa de OL, Vieira PA, Pinto CG, Oliveira RL, Visintin AV, Miranda PC. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girasol. Rev Bra Zootec. 2010; 39 (1): 61-67.
- Mafakher E, Meskarbashee M, Hassi P, Mashayeskh. Evaluation of sunflower silage in different developmental stage. Asian J of Crop Sci. 2010; 2 (1): 20-24.
- INIA. Girasol: Alternativa Forrajera. Serie técnica N° 120. 2001; <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807140834.pdf>. Consultado el: 03/07/2016.
- García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen. Instituto de Geografía de la Universidad Autónoma de México, México DF. 5ª ed. 2004; 6:50-56.
- AOAC. Official Methods of Analyses of the Association of official analytical chemists. 15th ed, Association of official analytical chemist, Washington DC USA. 1990; p. 70-74.
- Van-Söest PJ, Robertson J Y Lewis B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 1991. 74: 3583 –3597.
- Göering HK, Van-Söest PJ. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDAARS. Agri Handbook. 1970; 379:387-598.
- SAS. SAS User's guide: Statics. Version 9.3, SAS Institute Inc Carry, NC. 2003.
- Vilela RA, Ricardo EA, Rezende SG, Valadares SR, Junqueira SE, Fernandes BT. Avaliação do potencial do girassol (*Helianthus annuus* L.) como planta forrageira para ensilagem na safrinha, em diferentes épocas de cortes. CiêncAgrotec, Lavras. Edição Especial. 2002; p.1548-1553.
- Romero LA, Mattera J. Girasol para ensilaje: producción de forraje y calidad de los ensilajes según el estado fenológico al momento de corte. Rev Arg de Prod Anim. 2008; 28(1):349-543.
- Souza BPS, Coelho SG, Gonçalves LC, Vieira FAP, Borges ALCC, Rodriguez NM, Rodrigues JAS, Borges I, Saliba ES. Composição bromatológica da silagem de quatro genótipos de girassol, ensilados em cinco diferentes idades de corte. Arq Bras Med Vet Zootec. 2005; 57(2):204-211.

- Tomich TR, Gonçalves LC, Pinto TR, Santos RJ, Borges I, Rodriguez NM. Características Químicas e Digestibilidade in vitro de Silagens de Girassol. R Bras Zootec. 2004; 33(6):1672-1682.
- Jayme DG, Gonçalves LC, Rodrigues JAS, Pires DAA, Guimarães-Júnior R, Rodriguez NM, Borges I, Borges ALCC, Saliba EOS, Jayme CG. Qualidade das silagens de genótipos de girassol (*Helianthus annuus*) confeiteiros e produtores de óleo. Arq Bras Med Vet Zootec. 2007; 59(5):1287-1293.
- Fassio A, Cozzolino D, Fernández E. Girassol: alternativa forrajera. Serie Técnica N°120. INIA <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807140834.pdf> Consultado el: 11/03/2015
- Tomich TR, Gonçalves LC, Pinto TR, Santos RJ, Borges I, Rodriguez NM. Características Químicas e Digestibilidade in vitro de Silagens de Girassol. R Bras Zootec. 2004; 33(6):1672-1682.

EFEECTO DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTE SOBRE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA Y VALOR NUTRICIONAL DEL NOPAL (*Opuntia ficus-indica*) EN EL ESTADO DE ZACATECAS

EFFECT OF THE APPLICATION OF FERTILIZER ON THE PRODUCTION OF FORAGE AND NUTRITIONAL VALUE OF NOPAL (*Opuntia ficus-indica*) IN THE STATE OF ZACATECAS

Daniel Rodríguez Tenorio¹, Esmelín Ezequiel González Martínez¹, Ricardo David Valdéz Cepeda², Ramón Gutiérrez-Luna³, Rómulo Bañuelos-Valenzuela¹, Carlos Meza-López¹ y Héctor Gutiérrez Bañuelos¹

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAZ. Carretera Zacatecas – Fresnillo, Km. 32.6 Enrique Estrada, Zacatecas, México. C.P. 98500. rtensorio00@rtensorio00.com, ²Centro Regional Universitario CentroNorte. Universidad Autónoma de Chapingo. Cruz del Sur Núm. 100, Constelaciones, CP: 98060, Zacatecas, Zac.,

³Campo Experimental Zacatecas. Cirmoc-Inifap. Km. 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo. Apdo. Postal 98500 Calera de V.R., Zacatecas

Resumen

Este trabajo se realizó en un centro experimental de la Universidad Chapingo, Campus Zacatecas. En una población de 432 plantas. Los factores estudiados fueron las variedades y la fertilización. Las variedades utilizadas son "Jalpa", "Villanueva" y "Copena V-1" de la especie *Opuntia ficusindica*; y fertilización: 0-0-0,20-20-20,40-40-40 y 60-80-80 kg / ha de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Se considera como variables el peso de la planta (kg) por planta y por cladodio (kg) y el peso de todos los cladodios de un año. Se realizó un análisis de varianza con el diseño de parcelas subdivididas y una comparación múltiple de medias, utilizando la prueba de diferencia mínima significativa, se realizó un análisis de componentes principales. Al encontrar que las tres variedades de nopal forrajero difieren en su producción y valor forrajero, más por cuestiones intrínsecas de genotipo, en relación con el efecto de los cuatro niveles de fertilización. En general, la variación intervarietal es evidente en la variedad Villanueva, que presentó la mayor producción de biomasa por planta y el peso promedio por cladodio. La variedad Copena V1 produjo más cladodios. La variedad Villanueva, produce más biomasa de los cladodios, mientras que las variedades Copena V1 y Jalpa producen más brotes vegetativos y un aumento en el peso promedio de sus cladodios. La variedad Jalpa produce más fibra cruda, mientras que Villanueva tiene más



proteína cruda. Se pretende evaluar el efecto de cuatro dosis de fertilizante y valor forrajero de tres variedades de nopal (*Opuntia ficus indica*).

Palabras clave: cladodio, fertilización y valor forrajero.

Introducción

Como planta forrajera el nopal se cultiva en diferentes países, los principales son: Brasil (500,000 ha); Sudáfrica (350,000 ha); México (150,000 ha, además de contar con 3'000,000 de ha de nopaleras silvestres, las cuales se usan para la obtención de forraje); Túnez (75,000 ha), Marruecos (10,500 ha); Argentina (10,000 ha); Estados Unidos de América (10,000 ha, además de 500,000 ha de nopaleras silvestres) (Flores y Corrales, 2003).

En México, y principalmente en los estados del norte, se considera al nopal como un forraje que se utiliza como complemento para el ganado en la época de estiaje, porque la succulencia de la estructura vegetativa del nopal es una característica difícil de encontrar en otras especies forrajeras en las zonas semiáridas. El nopal puede ser utilizado como forraje no solo durante el periodo de sequía, sino también en la dieta del ganado estabulado o semiestabulado (Borrego y Burgos, 1986).

Con fines de producción de nopal para verdura y/o forraje, Zacatecas cuenta con una superficie aproximadamente de 13,280 ha de plantaciones de nopal, de diferentes variedades como son: Alba, Lutea, Asperma, italiana, Copena V-1, Jalpa y Villanueva, entre otras (Anónimo, 2000). Todas ellas son: *Opuntia ficus-indica*. Asimismo, en dicha entidad existen 210, 000 ha. de nopal silvestre, de los cuales se obtiene una gran producción de tuna (Saénz y Díaz, 1990).

El nopal en general contiene de 88 a 95% de agua, del 3 al 7% de carbohidratos, el 1.3% de minerales como potasio, magnesio y calcio, vitaminas como caroteno y ácido ascórbico (Barrón, 2004). Por lo anterior, se considera que el nopal puede ser transformado por el ganado en leche, carne, piel o lana que son productos económicamente más valiosos.

Por lo que concierne a los rendimientos y las propiedades nutritivas del nopal, estas son muy variadas dependiendo de la especie, variedad, edad del material (penca o cladodio), precipitación y fertilización, entre otros factores (Murillo *et al.*, 2002).

En base a lo anterior el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilización sobre la producción y valor forrajero de tres variedades de nopal (*Opuntia ficus-indica*).

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en una sección del predio del Centro Regional Universitario Centro Norte (CRUCeN), instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo en Zacatecas, Zac., localizada en los 22° 44' 49.6" latitud norte y los 102° 46' 28.2" longitud oeste, la altitud es de 2296 msnm (Blanco, 1999).

El presente trabajo se realizó en una nopalera experimental de 432 individuos que se plantó el 16 de abril de 1999, considerando una separación de un (1) m entre pencas y de 1.5 m entre

repeticiones. Además, se plantaron pencas en la orilla de la nopalera para evitar ese efecto. El área total, entonces, es de 2224 m² (16 m por 14 m).

Los factores de estudio son variedades y fertilización. Las variedades utilizadas son “Jalpa”, “Villanueva” y “Copena V-1”, y taxonómicamente son de la especie *Opuntia ficus-indica*; y las dosis de fertilización: 0-0-0, 20-20-20, 40-40-40 y 60-80-80 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Como fuente de las dosis de fertilización, se utilizaron urea, superfosfato de calcio triple y cloruro de potasio.

Cada unidad experimental consta de 12 plantas, las cuales se distribuyeron en el campo de acuerdo con un diseño en parcelas divididas. A cada dosis de fertilización corresponde una Parcela Grande y, a la variedad una Parcela Chica o unidad experimental. Las diferentes dosis de fertilización se aplicaron al inicio de la primavera en el mes de marzo de cada año de aplicación, a 15 cm de distancia de la penca madre, así mismo, se aplicaron dos riegos, uno después de fertilizar y el otro a los quince días. El control de maleza se realizó en forma manual utilizando como herramienta el azadón.

Como variables se considera al peso por planta (kg), cladodios por planta y peso por cladodio (kg), de todos los cladodios de un año de edad. Se realizó un análisis bromatológico. Así se determinaron, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, extracto libre de nitrógeno y energía.

Para cada variable se realizó un análisis de varianza con el diseño de parcelas subdivididas o con doble división (Dosis de fertilización –parcela grande- y variedades – parcela chica) y una comparación múltiple de medias mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS a p=0.05).

Resultados y Discusión

Peso por Planta

La prueba de medias para la variable peso por planta (Kg) para los años de estudio indican diferencias significativas (p=0.05) entre tratamientos (Cuadro 1). Este resultado para la variable peso por planta sugiere que el nopal (*Opuntia ficus-indica*) en condiciones de cultivo responde al manejo agronómico con respecto a la práctica de fertilización y se ve expresado en su producción de biomasa (rendimiento).

Cuadro 1. Medias del Peso por Planta (Kg). Para los cuatro años de estudio.

Tx	Dosis Fert.	Variedad	Año1 Kg por Planta		Año2 Kg por Planta		Año 3 Kg por Planta		Año 4 Kg por Planta	
1	DF1	Copena V1	39.71 ^b	B	44.85 ^{ab}	AB	38.94 ^a	A	26.38 ^{ab}	AB
2	DF1	Villanueva	40.07 ^b	B	47.61 ^a	A	37.47 ^{ab}	AB	25.79 ^{ab}	AB
3	DF1	Jalpa	28.13 ^f	F	31.73 ^d	D	28.35 ^{bc}	BC	18.7 ^c	C
4	DF2	Copena V1	33.11 ^{cdef}	CDEF	37.47 ^{bcd}	BCD	32.97 ^{abc}	ABC	21.68 ^{bc}	BC
5	DF2	Villanueva	36.53 ^{bcd}	BCD	40.4 ^{abc}	ABC	35.88 ^{ab}	AB	22.01 ^{bc}	BC
6	DF2	Jalpa	29.21 ^{ef}	EF	34.14 ^{cd}	CD	29.21 ^{bc}	BC	18.33 ^c	C
7	DF3	Copena V1	35.4 ^{bcde}	BCDE	38.28 ^{bcd}	BCD	31.64 ^{abc}	ABC	24.91 ^{ab}	AB

8	DF3	Villanueva	40.06 ^b	B	48.24 ^a	A	40.09 ^a	A	25.79 ^{ab}	AB
9	DF3	Jalpa	28.74 ^f	F	34.84 ^{cd}	CD	23.56 ^c	C	18.82 ^c	C
10	DF4	Copena V1	39.42 ^{bc}	BC	43.36 ^{ab}	AB	33.91 ^{ab}	AB	29.2 ^a	A
11	DF4	Villanueva	47.68 ^a	A	48.78 ^a	A	39.22 ^a	A	25.08 ^{ab}	AB
12	DF4	Jalpa	30.92 ^{def}	DEF	37.29 ^{bcd}	BCD	28.28 ^{bc}	BC	21.11 ^{bc}	BC

Medias con distinta literal, en cada columna, son diferentes entre sí (p=0.05)

Peso Promedio por Penca

De igual forma se aprecian los resultados para la variable peso promedio por penca, en el (Cuadro 2). Para el año 4, la prueba de medias indica diferencias no significativas entre tratamientos, posiblemente este resultado se asocia al hecho de que fue cuando se produjeron los cladodios menos pesados en los casos de Villanueva y Copena V1, principalmente. Por el contrario, para los años 1, 2 y 3, las diferencias son significativas (p = 0.05) y permiten apreciar que la variedad Villanueva produce los cladodios más pesados independientemente de la dosis de fertilización.

Cuadro 2. Medias del peso por Penca. Para los cuatro años de estudio

Medias con distinta literal, en cada columna, son diferentes entre sí (p=0.05)

Número de Pencas por Planta

Para la variable número de cladodios por planta, así como la producción de biomasa, la prueba de

Tx	Dosis Fert.	Variedad	Año 1 Kg Promedio por Penca		Año 2 Kg Promedio por Penca		Año 3 Kg Promedio por Penca		Año 4 Kg Promedio por Penca
1	DF1	Copena V1	0.67 ^{bc}	BC	1.14 ^{bcd}	BCD	0.67 ^{ab}	AB	0.6
2	DF1	Villanueva	0.84 ^a	A	1.46 ^a	A	0.75 ^a	A	0.61
3	DF1	Jalpa	0.52 ^{de}	DE	0.95 ^{cde}	CDE	0.54 ^{bc}	BC	0.49
4	DF2	Copena V1	0.59 ^{cd}	CD	1.23 ^{abc}	ABC	0.71 ^{ab}	AB	0.54
5	DF2	Villanueva	0.76 ^{ab}	AB	1.4 ^{ab}	AB	0.69 ^{ab}	AB	0.58
6	DF2	Jalpa	0.54 ^{de}	DE	0.95 ^{cde}	CDE	0.59 ^{abc}	ABC	0.51
7	DF3	Copena V1	0.59 ^{cd}	CD	0.98 ^{cde}	CDE	0.59 ^{abc}	ABC	0.61
8	DF3	Villanueva	0.71 ^b	B	1.39 ^{ab}	AB	0.73 ^a	A	0.60
9	DF3	Jalpa	0.5 ^{de}	DE	0.81 ^e	E	0.45 ^c	C	0.54
10	DF4	Copena V1	0.59 ^{cd}	CD	0.93 ^{de}	DE	0.6 ^{abc}	ABC	0.69
11	DF4	Villanueva	0.72 ^{ab}	AB	1.09 ^{cde}	CDE	0.74 ^a	A	0.59
12	DF4	Jalpa	0.49 ^e	E	0.95 ^{cde}	CDE	0.47 ^c	C	0.61

medias indica que, para el año 4, los tratamientos presentan diferencias significativas, no siendo así para los años 1, 2 y 3. Los resultados sugieren que la producción de biomasa en términos de peso por planta, peso promedio por penca y número de pencas por planta fue superior en el cuarto año, en comparación con los otros años.

La variedad Villanueva fue consistentemente la que produjo más biomasa, en especial en los tres primeros años, ya que el año 4, prácticamente fue similar a Copena V1, la variedad que en este contexto ocupa el segundo lugar.

La variedad Villanueva es la que produce los cladodios con más biomasa, en especial en los años 1,2 y 3; en el año 4, las diferencias no fueron significativas. A Villanueva le sigue Copena V1 en este rubro.

Copena V1 y Jalpa fueron las variedades que produjeron más cladodios por planta, al considerar todos los tratamientos, excepto los asociados a la mayor dosis de fertilización, puesto que en tal condición se presentaron diferencias no significativas a $p=0.05$.

En general, la variación intervarietal es evidente en nopal (*Opuntia ficus-indica*) al ser la variedad Villanueva la que presentó mayor producción de biomasa por planta y de peso promedio por cladodio. La variedad Copena V1 produjo mayor cantidad de cladodios por planta, quedando Jalpa como la variedad de producción intermedia, y Villanueva es la que produce menor número de brotes vegetativos.

Los efectos de la fertilización mineral se manifiestan de manera diferente en cada variedad. En la variedad Villanueva se manifiesta más en un incremento de la masa de cladodios, mientras que en las variedades Copena V1 y Jalpa su efecto se manifiesta principalmente sobre el Número de brotes vegetativos y en un incremento del Peso promedio de sus cladodios.

Para el aporte nutricional, la Proteína Cruda, Energía, Extracto etéreo y Fibra Cruda, en el análisis de varianza y la prueba de medias no permitieron identificar diferencias significativas ($p=0.05$) entre tratamientos para esta variable. Solamente existieron diferencias para las Cenizas.

Conclusiones

Las tres variedades de nopal (*Opuntia ficus-indica*) difieren en su producción y valor forrajero, mas por cuestiones intrínsecas al genotipo y menos por el efecto de las cuatro dosis de fertilización. En general, la variación intervarietal es evidente en nopal (*Opuntia ficus-indica*) al ser la variedad Villanueva la que presentó mayor producción de biomasa por planta y de peso promedio por cladodio. La variedad Copena V1 produjo mayor cantidad de cladodios por planta, quedando Jalpa como la variedad de producción intermedia, y Villanueva es la que produce menor número de brotes vegetativos.

Los efectos de la fertilización mineral se manifiestan de manera diferente en cada variedad. En la variedad Villanueva se manifiesta más en un incremento de la masa de cladodios, mientras que en las variedades Copena V1 y Jalpa su efecto se manifiesta principalmente sobre el Número de brotes vegetativos y en un incremento del peso promedio de sus cladodios.

La variedad Jalpa tiende a producir cladodios con más fibra cruda; Copena V1 produce pencas con más extracto libre de N; mientras que Villanueva tiende a presentar cladodios con más proteína cruda.

Aun usando la variedad Villanueva en la dieta de animales, es imprescindible complementar con proteína cruda para lograr una buena utilización de este recurso como alimento para rumiantes, principalmente.

Copena V1, al ser la variedad que tiende a acumular más cenizas, es la que muestra más claramente tal desventaja para ser usada como forraje.

Literatura Citada

- Anónimo. 2000. El cultivo del nopal. Revista Campo Zacatecano: Un Camino al Desarrollo 1 (2): p 1-26.
Barrón, M., M. 2004. Caracterización morfológica de 40 cultivares de nopal de uso hortícola del banco de germoplasma del CRUCeN-UACH. Tesis profesional URUZA-UACH. Bermejillo, Durango.

- Borrego, E., F. y N. Burgos. 1986. El nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 201 p.
- Blanco, M. F. 1999. Producción de nopal para verdura en microtúnel en Zacatecas. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía-UAZ. Zacatecas, Zac. México. 61 p.
- Flores, V., C. A. y J. Corrales G. 2003. Nopalitos y tunas. Producción, comercialización, poscosecha e industrialización. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial, Chapingo, México. 225 p.
- Murillo, A., B., D. Troyo E., G. Nieto A. y G. Aguilar M. 2002. El Nopal, cultivo forrajero sostenible para el noroeste de México. Editorial. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, B. C. S. México.
- Sáenz, Q.L.A. y Díaz C. 1990. IV Reunión Nacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del Nopal. II Congreso Internacional, SARH, Gob. Edo. Zac. SOMECH- INCA-Rural. Zacatecas México.

ESTIMACIÓN DEL CONSUMO VOLUNTARIO Y COMPOSICION BOTANICA DE LA DIETA DEL GANADO BOVINO PASTOREANDO EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO

ESTIMATION OF VOLUNTARY INTAKE AND BOTANICAL COMPOSITION OF THE DIET OF GRAZING CATTLE ON SHORT RANGELAND

Daniel Rodríguez Tenorio¹, Ramón Gutiérrez-Luna², Rómulo Bañuelos-Valenzuela¹, Carlos Meza-López¹ y Héctor Gutiérrez-Bañuelos¹ y Alberto Muro-Reyes¹

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAZ. Carretera Zacatecas – Fresnillo, Km. 32.6 Enrique Estrada, Zacatecas, México. C.P. 98500. rtenorio00@rtenorio00.com. ²Campo Experimental Zacatecas. Cirmoc-Inifap. Km. 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo. Apdo. Postal 98500 Calera de V.R., Zacatecas

Resumen

Con el objetivo de determinar el consumo voluntario y la composición botánica de la dieta del ganado bovino pastoreando en un pastizal mediano abierto en el municipio de Sombrerete, Zac. Se realizó un experimento en el Rancho ganadero “La Copa” con un pastoreo de Corta Duración y en el Rancho ganadero “Don Esteban” con un pastoreo Continuo. Ambos predios cuentan con un tipo vegetativo denominado: Pastizal Mediano Abierto., según COTECOCA, 1980. Se muestreó en las cuatro épocas del año, siguiendo la técnica de Stobbs (1973) y Chacón *et al.* (1976). Los datos obtenidos se analizaron por medio de un Análisis Multivariado de Componentes Principales. Además, los datos fueron sometidos a un análisis de Varianza de tipo Jerárquico y un análisis factorial 2X4 utilizando el programa SAS. 1992. Para composición botánica y consumo, no se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P > .05$), pero se encontraron diferencias significativas en las épocas asociadas o anidadas dentro del sitio ($P < .05$). Las primeras diez especies vegetales preferidas por el ganado bovino fueron: *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula*, *Chloris gayana*, *Dichondra argentea*, *Paspalum notatum*, *Oenotera roseae*, *Sporobolus airoides*, *Salsola kalhii*, *Miichrocloa kunthii* y *Mulhenberghia spp.* Las especies *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua curtipendula*, fueron las que mayor cobertura tuvieron tanto en la época de otoño con un 40%, así como en verano con un 18% y en la misma época también

estuvieron presentes especies como *Bouteloua curtipendula* con un 16%, *Buchloe dactyloides* con un 8%, *Muhlenbergia spp.* con un 9 % y especies anuales con un 16%.

Palabras clave: Consumo voluntario, Composición botánica, Pastizal mediano abierto.

Introducción

En la actualidad los pastizales áridos y semiáridos de la región Norte-Centro de México genera bajos niveles de ingresos económicos y de calidad de vida de sus habitantes; lo cual es causado en gran medida por la baja productividad del pastizal, debido al deterioro de los recursos naturales (Chávez *et al.*, 1983).

En el estado de Zacatecas, México, los pastizales son la principal fuente de alimento para el ganado; de la superficie estatal correspondiente a 7.5 millones de hectáreas el 70 % es superficie de pastizal representada por comunidades vegetales como: matorral micrófilo, matorral rosetófilo, matorral amacollado, pastizal mediano abierto y selva baja caducifolia, entre otras comunidades vegetales importantes en el estado (COTECOCA, 1980).

Con respecto a la capacidad de carga de los pastizales esta es variable ya que aún dentro de una misma comunidad vegetal se tiene un rango desde 5 ha. a 20 ha por unidad animal (UA) al año. Sin embargo, las estimaciones con base al inventario de ganado en el estado de Zacatecas, indica que este rebasa hasta en 3.5 veces más la capacidad que el pastizal tiene para sustentarlo (COTECOCA, 1980).

Existen cuatro grandes componentes que se encuentran íntimamente relacionados entre sí y que se consideran fundamentales para comprender mejor el ganado en apacentamiento y el diseño adecuado de los sistemas de pastoreo del ganado: El comportamiento animal, la selección de la dieta, el consumo voluntario de forraje y la suplementación nutricional. Por lo que resulta de importancia fundamental el conocimiento de la selección, calidad y estimación del consumo voluntario de la dieta del ganado en pastoreo, así como los hábitos del ganado (Chávez *et al.*, 1983).

Como componentes básicos para el entendimiento de la nutrición de animales en pastoreo, así como para el manejo de los pastizales de una forma integral, y poder realizar un uso sustentable y sostenido del pastizal (Herrera *et al.*, 1993).

Materiales y Métodos

La localización geográfica del sitio de estudio es: LN 23°61'72.1'' y LW 103°45'86.9'' para los dos predios. El primero de ellos es el rancho ganadero "La Copa" y el segundo es el rancho ganadero "Don Esteban". La temperatura anual promedio para los predios es de 18 °C. La topografía en ambos predios es plana con lomeríos suaves, la precipitación promedio anual es de 400 mm.

Ambos predios cuentan con un tipo vegetativo denominado: Pastizal Mediano Abierto, donde las principales especies de gramíneas del estrato herbáceo son: *Bouteloua curtipendula* (Banderilla), *Bouteloua hirsuta* (Navajita), *Bouteloua gracilis* (Navajita), *Lycurus phleoides* (Lobero), *Buchloe dactyloides* (Búfalo). Dentro del grupo de plantas de hoja ancha se encuentra el *Astragalus mollisimus* (Hierba loca). En arbustivas son el mezquite (*Prosopis juliflora*), huizache (*Acacia farnesiana*) y gatuño (*Mimosa biuncifera*), COTECOCA, 1980.

La duración del experimento fue de 1 año (4 épocas). En los dos predios se seleccionaron 8 animales adultos manera aleatoria para cada época del año (época de muestreo) y se identificaron con un número con pintura en los costados del animal para efectos de su fácil observación durante cada muestreo.

Se muestreó durante cuatro épocas del año, durante cuatro días consecutivos en cada época, monitoreando a cada animal durante 5 minutos, observándolo con binoculares de forma tal de no perturbar sus hábitos de pastoreo. Posteriormente, se simulan las mordidas del animal cortando con la mano las especies que el animal consumió en el mismo sitio de pastoreo y depositándolo en bolsas de papel con su identificación correspondiente. El mismo procedimiento es para cada uno de los 8 animales, lo mismo se realizó en cada uno de los predios, con cuatro tiempos de muestreo durante el día: a las 8:00 hs, a las 10:00 hs., a las 12:00 hs, y a las 16:00 hs. El mismo procedimiento se llevó a cabo durante las cuatro épocas del año, durante cuatro días consecutivos, Stobbs (1973) y Chacón *et al.* (1976).

Las muestras colectadas fueron secadas en estufa y pesadas en base seca, determinando pesos. Se determina el peso de cada especie seleccionada por cada animal en cada evento de muestreo. La selección de especies vegetales por el animal se capturó en una base de datos, para sacar el total de especies seleccionadas y los porcentajes de selectividad del animal.

Diseño experimental y procesamiento de los datos

La información de campo obtenida fue capturada en una base de datos en Excel. Los datos obtenidos para composición botánica y consumo se analizaron por medio de un Análisis Multivariado de Componentes Principales con la finalidad de reducir la dimensionalidad del problema, agrupar variables y sujetos de estudio, identificar relaciones entre variables e Identificar diferencias entre predios. Además, los datos fueron sometidos a un Análisis de Varianza, adicionalmente se realizó un Análisis de Varianza de tipo Jerárquico en el que el primer nivel correspondió a sitios y dentro de sitios se anidó épocas y dentro de épocas se anidó los días de muestreo, este último nivel se eliminó y por lo tanto no se tienen resultados al respecto, utilizando el programa SAS. 1992.

Resultados y Discusión

En el Análisis de Varianza jerárquico para consumo, no se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P > .05$), pero se encontraron diferencias significativas en las épocas asociadas o anidadas dentro del sitio ($P < .05$).

Los valores medios mostrados para número de mordidas en el predio la Copa, fueron valores altos para la época de primavera y bajos en la época de invierno, y para el predio Don Esteban, se

muestran niveles altos en invierno y bajos en verano Se encontraron diferencias significativas ($P < .05$) en sitio, más por efecto de manejo, que por pastoreo.

Para el predio de Don Esteban el consumo estimado para la época de primavera fue en promedio de 0.13 gr/bocado y para la época de verano el promedio fue ligeramente superior 0.17gr/bocado. Siendo inferior a lo que menciona Demment y Laca, 1993, ya que la condición del pastizal estimada en los dos predios es una condición regular con tendencia a mala, esto se ve reflejado en los datos de producción donde en verano se tiene una producción de 1450 kg de MS/ha. y en otoño de 988 kg de MS/ha.

Para primavera se tuvo una producción en invierno de 360 kg de MS/ha. y en primavera de 497 kg de MS/ha. Estos resultan ser datos muy inferiores a los mencionados por Demment y Laca, 1993, razón por la cual el consumo es muy inferior al mencionado por esos autores.

Vacas con condición corporal de tres, comen más rápido que las vacas con condición corporal de 5.5, las primeras promediaron 46 mordidas por minuto, pero las vacas con mejor condición corporal promediaron 40 mordidas por minuto (National Research Council, 2002). Para nuestro estudio las mordidas promediaron en los dos predios indistintamente de la época de muestreo de 20 a 70 mordidas por minuto, donde los animales se encontraban en una condición corporal 3.5.

En el rancho La Copa encontramos un promedio de consumo/ animal durante verano de 2.5 kg de MS/ vaca/día y en invierno encontramos un consumo de 2.3 kg de MS/ vaca/día. Para el predio Don Esteban encontramos un promedio de consumo/animal durante verano de 2.7 kg de MS/ vaca/día, y en invierno encontramos un consumo de 2.3 kg de MS/ vaca/día. El consumo de MS de bovinos se estima en 2.8% de su peso; los datos anteriores dependen del estado de madurez de madurez de los forrajes, de la edad de los animales, la condición de los animales y del estado fisiológico, entre otros. Los resultados encontrados en los dos predios ganaderos y en las diferentes épocas de muestreo, se debieron principalmente a la disponibilidad de forraje y al periodo de lluvias que se manifestó tarde y con una precipitación promedio de 300 mm anuales.

Los zacates *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua curtipendula*, fueron las especies que mayor cobertura tuvieron tanto en la época de otoño con un 40%, así como en verano con un 18% y en la misma época también estuvieron presentes especies como *Buchloe dactyloides* con un 8%, *Muhlenbergia spp.* Con un 9 % y especies anuales con un 16% coincidiendo con los resultados encontrados por Bravo et al., 2004 y Chávez et al. 1986.

En base a los resultados obtenidos y analizados se sugiere que en el Rancho La Copa hay menos disponibilidad de plantas forrajeras durante otoño e invierno que en el Rancho Don Esteban; siendo opuesto en primavera y verano, sin embargo, la disponibilidad de forraje es limitado en ambos. En otras palabras, los efectos del sobrepastoreo son manifiestos en ambos predios.

Al realizar el Análisis de Varianza jerárquico para consumo, no se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P > .05$), pero se encontraron diferencias significativas en las épocas asociadas o anidadas dentro del sitio ($P < .05$). Lo que sugiere que el consumo de bovinos en ambos predios fue similar, encontrando diferencias solamente dentro de épocas del año, siendo mayor durante la épocas de mas abundancia de forraje en el pastizal, sobre todo para el predio la Copa,

no así para el predio Don Esteban donde se encontraron niveles altos de consumo durante el invierno esto debido a la disponibilidad limitada de forraje en el pastizal, para esa época, induciendo al ganado a pastorear mas para satisfacer sus necesidades de consumo, y bajos durante el verano, propiciado principalmente por la suplementación que se les da durante el ordeño estacional durante el verano.

Los valores medios mostrados para número de mordidas en el predio la Copa, fueron valores altos para la época de primavera y bajos en la época de invierno, y para el predio Don Esteban, se muestran niveles altos en invierno y bajos en verano Se encontraron diferencias significativas ($P < .05$) en sitio, más por efecto de manejo, que por pastoreo. Este parámetro esta directamente asociado al consumo de materia seca por el animal, por lo cual tiene el mismo comportamiento en función de los resultados que se obtuvieron para consumo. Para los dos análisis realizados podemos observar que son resultados similares a los reportados al analizarlo por componentes principales, únicamente lo estamos constatando con otra herramienta estadística de análisis de información.

Literatura Citada

- Bravo, L. A. G., Echavarría, C. F. G., Gutiérrez, L. R., Amador, R. M. A. y Medina, G. G. 2004. Evaluación de cuatro niveles de humedad en tres especies de pastos en Zacatecas, México. XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria p.193.
- Chacon, E., Stobbs, T. H. and R.L. Sandland 1976. Estimation of herbage consumption by grazing cattle using measurement of eating behavior. J. Brit. Grassland Soc. 31: 81-85.
- Chávez, A., Fierro, G.L.H., y Peña, R.H. de la. 1986. Botanical composition and nutritive content of cattle diets on midgrass range in Central Chihuahua, Mexico. INIFAP. Subsector Pecuario. Dpto. Manejo de Pastizales, Chihuahua, México
- Chávez, S. A. H., Fierro, L. C. y Sánchez, G. E. 1983. Composición botánica, preferencia y similaridad de la dieta de bovinos en un pastizal mediano abierto. Bol. Pastizales. RELC-INIP-SARH 1983; XIV: 4-6.
- COTECOCA.1980. Coeficientes de Agostadero. Zacatecas y Aguascalientes. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Demment, M. W. and Laca, E. A. 1993. Herbage intake at grazing: a Proceedings of XVII International Grassland Congress, New Zealand. (145-160)
- Herrera, C. H. M., Reyes, M. F., Juárez, R.A. S. y Carrete, C. F. O. 1993. Estimación del consumo voluntario de forraje por caprinos en pastoreo por el método de conteo y peso del bocado. Manejo de Pastizales. 6(3):4-8.
- National Research Council. 2002. Predicting Feed Intake of Food – Producing Animals. National academic Press. 6074.
- SAS.1992. SAS/STAT Users' Guide. (Release 6.08). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
- Stobbs T. H. 1973.The effect of plant structure on intake of tropical pastures I. Variation in the bite size of grazing cattle. Austr. J. Agric. Res. 24(6): 809-819.

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y DE PRODUCCIÓN EN GENOTIPOS SOBRESALIENTES DE PASTO BANDERITA [*Bouteloua curtipendula* (Michx.)Torr.] EN DURANGO

STRUCTURAL AND PRODUCTION CHARACTERISTICS IN OUTSTANDING GENOTYPES OF PASTURE BANDERITA [*Bouteloua curtipendula* (Michx.)Torr.] IN DURANGO

J. Fernando Sánchez¹, Adrián R. Quero², Francisco O. Carrete¹, Manuel Murillo¹ y Osvaldo Reyes¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UJED; ² Colegio de Posgraduados, SAGARPA

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la estructura y producción de genotipos sobresalientes del pasto Banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.), después de siete años de su establecimiento. Se utilizaron nueve genotipos identificados con los números 5, 47, 62, 125, 181, 241, 303, 357, 417 y la variedad comercial El Reno. Se colectaron muestras de cuatro plantas por genotipo y los datos se analizaron de acuerdo al diseño experimental bloques completos al azar. Solo para semilla hubo diferencias estadísticas entre bloques ($P < 0.05$). Dentro de tratamientos, se observaron diferencias estadísticas en todas las variables: para altura de plantas, el genotipo 417 presentó el mayor tamaño (129 cm) y es estadísticamente diferente ($P < 0.05$) a otros materiales, especialmente a El Reno que tuvo solo 48 cm de altura; en diámetro y perímetro basales, los genotipos 125 y El Reno no presentan diferencias estadísticas ($P > 0.05$) y muestran los valores más altos; en producción de forraje verde por planta, los genotipos con valores más altos y que no presentan diferencias estadísticas ($P > 0.05$) son: 47, 181, 417, 303 y 5; asimismo, para producción de semilla, el genotipo 417 presenta el valor más alto y es diferente ($P < 0.05$) a todos los demás. Se concluye que existen genotipos con potencial para la resiembra de pastizales y establecimiento de praderas de verano, además, se localizan materiales que, por las dimensiones de su corona, presentan potencial para utilizarse como retenedores de suelo y controladores de la erosión.

Palabras clave: adaptación, pastos, selección, utilización.

Introducción

En México, las zonas áridas y semiáridas se estimaron para 1968 en 560, 000 y 230, 000 km², respectivamente. Ciento cincuenta y cuatro millones de hectáreas del territorio nacional están sujetas a diversos grados de erosión, lo que representa el 78.3 % de la superficie del país (INESEMARNAT, 2005). Una de las alternativas para combatir el avance de la desertificación es la resiembra de áreas abiertas a agricultura de alto riesgo, por lo que se debe investigar en la mejora de los componentes tecnológicos que incrementen la certidumbre de establecimiento de praderas perennes sin riego disponible (Quero *et al.*, 2007). El zacate banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.) es originario de Norteamérica, principalmente de las zonas áridas y semiáridas de México (COTECOCA, 1987). Esta especie es de un alto valor forrajero y se utiliza comúnmente

en las resiembras de pastos, actividades en las que presenta muy buenos resultados ya que su establecimiento es relativamente fácil. Esto justifica la búsqueda de materiales nativos con potencial de utilización en resiembras de pastizales. Este estudio consiste en dar seguimiento a una evaluación que se hizo en el año 2010, por ello, el objetivo fue evaluar la estructura y producción de genotipos sobresalientes a 7 años de su establecimiento.

Materiales y Métodos

En el verano del año 2010 se realizó la plantación de los genotipos en el Ejido Tuitán, municipio de Nombre de Dios, Durango. El área se localiza a 24 ° 01 ' 11 " de latitud norte y 104 ° 15 ' 5 " de longitud oeste y una altitud de 1883 msnm. El suelo es rojo castaño, de origen volcánico, textura arenosa y buen drenaje. La precipitación media anual es de 450 mm y la temperatura media es de 18° C. Se utilizaron nueve genotipos de pasto banderita identificados con los siguientes números 5, 47, 62, 125, 181, 241, 303, 357, 417, y la variedad comercial "El Reno" que fue considerada como control (genotipo 10). El origen de los materiales es un banco de genotipos propiedad del Colegio de Postgraduados, unidad Salinas de Hidalgo (San Luis Potosí). Después de 7 años de esta plantación, se realizó el muestreo, en el cual se analizaron las variables de rendimiento de forraje y semilla y otras relacionadas con la estructura de las plantas. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los datos obtenidos en este muestreo se analizaron de acuerdo al diseño utilizado en el paquete estadístico SAS, 2003 versión 9.1 y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

El análisis de los datos revela que no hubo diferencia estadística ($P > 0.05$) entre bloques. Dentro de tratamientos, se observaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en todas las variables (Cuadro 1). Para la variable altura de las plantas, se observa que los genotipos 417, 5 y 303 no presentan diferencias estadísticas ($P > 0.05$), presentan los valores más altos con 129 cm, 115.5 cm y 110.0 cm, respectivamente, y presentan diferencias estadísticas ($P < 0.05$) respecto a otros materiales, especialmente con El Reno, que tuvo solo 48 cm de altura. En este sentido, la altura es el indicador que determina el aprovechamiento o descanso de un potrero (UEC, sin fecha); por ello, la estructura y dinámica de los pastos deberían analizarse dentro de un marco en el cual, el proceso de la defoliación se relacione con las características morfo genéticas que determinan la capacidad de las plantas para rebrotar (González, 2017). Con relación al diámetro y perímetro basales, los genotipos 125 y El Reno no presentan diferencia estadísticas ($P > 0.05$) y se observan con los valores más altos (46.3 cm y 34.5 cm, respectivamente; 150 cm y 128 cm, respectivamente). En este sentido, por definición, el área basal es la superficie de una sección transversal del tallo a una determinada altura del suelo (Matteucci y Colma, 1982). En otras plantas que se ramifican desde la base, el diámetro o perímetro se toma a la altura del suelo (Bolfor y Todd, 2000). Al respecto, a mayor superficie de cobertura basal, se entiende que el genotipo tiene mayor habilidad como protector del suelo. En producción de forraje verde por planta, los genotipos con valores más altos, que no presentan diferencias estadísticas ($P > 0.05$) son: 47, 5, 181, 417 y 303 con 255.3, 215.1, 146.6, 138.5 y 123.1 g de materia verde por planta, respectivamente. En esta variable, El Reno fue el genotipo con el valor más bajo (53.5 g de materia verde por planta) y no presentó diferencia estadística ($P > 0.05$) con el 357, el cual produjo 76.3 g de materia verde por planta. Con relación a estos datos, es obvio que los materiales con los valores superiores son los mejores, ya que garantizan un rendimiento más alto de forraje por ha que se traduce en mayor capacidad de carga,

esto manifiesta potencial para su utilización en el establecimiento de resiembras de pastizales. Asimismo, para producción de semilla, el genotipo 417 presenta el valor más alto (8.5095 g/planta) y es diferente estadísticamente ($P < 0.05$) a todos los demás.

Cuadro 1. Situación actual de genotipos sobresalientes de pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.)Torr.], después de siete años de establecimiento.

Genotipo	Altura (cm)	Diámetro basal (cm)	Perímetro basal (cm)	Forraje (BH, g/planta)	Semilla (g/planta)
5	115.3ab	24.5bc	87.8bc	215.1ab	5.89b
10	48.0f	34.5ab	128.3ab	53.5c	0.59ef
47	101.8bc	31.3abc	88.3bc	255.3a	3.52bcd
62	108.0bc	27.8bc	80.8c	102.5bc	3.99bc
125	70.0e	46.3a	150.3a	97.9bc	0.31f
181	91.8cd	23.8bc	73.3c	146.6abc	2.35cdef
241	73.3de	18.8c	68.0c	70.3c	1.10def
303	110.0ab	28.5bc	95.8bc	123.1abc	3.09cde
357	99.0bc	28.0bc	82.0bc	76.3c	1.65cdef
417	129.0a	32.5abc	103.0abc	138.5abc	8.51a

abcdef Diferente literal dentro de cada columna, indica diferencias estadísticas entre genotipos ($P < 0.05$).

Conclusiones

Se concluye que existen genotipos con potencial para la resiembra de pastizales y establecimiento de praderas de verano, además, se localizan materiales que, por las dimensiones de su corona, presentan potencial como protectores de suelo y controladores de la erosión.

Literatura Citada

- Bolfor M. B. y F. Todd S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. 87p.
- CONABIO. 2014. La biodiversidad en Chihuahua. Estudio de estado. En <http://www.conabio.gob.mx>. Consultado 11 Marzo 2015.
- COTECOCA – SARH. 1987. Las gramíneas de México. Tomo II. México.
- González K. 2017. Pastos y forrajes. Curva de crecimiento, rebrote y defoliación de los pastos. Producción sostenible. Zootecnia y Veterinaria es mi pasión. <http://zoovetespasion.com/conocenos/#.WdRIImjWzIU>. Consultado el 3 de octubre de 2017.
- Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. 2005. Consultada el 3 de Junio de 2007. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/16/parte2.html>
- Matteucci, D. S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y L. Miranda Jiménez. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o status quo. Interciencia-Venezuela. 32 (8): 566-571.
- SAS Institute. SAS language: Release 9.1 for windows. Cary, NC, USA.; SAS Inst. Inc. 2003.
- Universidad Estatal de Colorado. S/F. Manejo de parcelas pequeñas de pastos durante y después de la sequía. Departamento de Agricultura y condados de Colorado cooperantes. Hoja de Datos 6.112 Series de Recursos Naturales|Campo. EE.UU.

NOPAL RECURSO DEL PASTIZAL DE ZONAS ÁRIDAS EN LA ALIMENTACIÓN DE OVEJAS DE BAJA CONDICIÓN CORPORAL Y SU EFECTO EN LA REPRODUCCIÓN NOPAL RESOURCE OF THE PASTE OF ARID ZONES IN THE FEEDING OF SHEEP OF LOW BODY CONDITION AND ITS EFFECT ON THE REPRODUCTION

Francisco Santiago^{1*}, Cesar A. Rosales¹, Felipe J. Morón², Héctor G. Gámez¹ y Jorge Urrutia¹

¹Campo Experimental San Luis. CIR Noreste, INIFAP. ²Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP
santiago.francisco@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta de la suplementación con nopal enriquecido en la gestación de ovejas de baja condición corporal expuestas al empadre directo. En las zonas semiáridas de México, el nopal es una especie abundante que puede ser incorporado en la dieta de los animales, adicionando urea como fuente de nitrógeno mejora su valor nutritivo. La suplementación a ovejas de baja condición corporal, mejora la tasa de gestación, reduciendo las pérdidas embrionarias tempranas. Se utilizaron 89 ovejas de la raza Rambouillet (3.5 años de edad y 35 kg, promedio). Se dividieron en tres grupos: nopal (N=20), nopal enriquecido (N=22) y control (N=47). Por cada 100 Kg de nopal picado se enriqueció con 600 g de urea y 80 g de sulfato de amonio diluidos en 4 L de agua, se ofreció en cantidad de 3 Kg por animal por día. El peso y CC se obtuvieron a los 46, 70, 90, 105 y 122 días después del primer peso. La suplementación se inició 15 días antes del inicio del empadre y continuó hasta el término del empadre. Las ovejas no modificaron significativamente ($P>0.05$) su peso, sí mejoraron su condición corporal ($P<0.02$) debido a la suplementación con nopal natural o enriquecido (2.3 ± 0.68 ; 2.14 ± 0.62 , respectivamente) comparado al control (1.86 ± 0.44). Al mejorar la condición corporal se tiene mejor porcentaje de gestación ($P<0.09$). Mayor con nopal enriquecido (81.82%) comparado al control (59.53%). La suplementación con nopal o nopal enriquecido mejora la tasa de preñez en ovejas en baja condición corporal.

Palabras clave: Nopal, zonas áridas, condición corporal, reproducción.

Introducción

En los sistemas extensivos de producción ovina, la subalimentación es una situación recurrente que limita la productividad de los rebaños ovinos (González-Bulnes *et al.*, 2011). El nopal es uno de los recursos naturales más abundantes de la región semiárida de México, que puede incorporarse a la dieta del ganado, tanto en pastoreo como en confinamiento (Díaz *et al.*, 2011). El nopal constituye una buena fuente de energía, aunque su contenido de proteína es bajo (Pinos-Rodríguez *et al.*, 2006; Torres-Sales, 2011; Akanni *et al.*, 2015). Sin embargo, la adición de alguna fuente de nitrógeno, como la urea, permite mejorar su valor nutritivo, así como su aprovechamiento por la flora ruminal (Melo *et al.*, 2003).

La suplementación, afecta el desarrollo de los folículos, la tasa ovulatoria y la sobrevivencia embrionaria (Ashworth, 1995; Boland *et al.*, 2000), lo que en conjunto se traduce en mayor

eficiencia reproductiva. Se ha sugerido que la desnutrición severa es una de los principales factores causantes de pérdidas embrionarias. La desnutrición actúa a través de cambios en la distribución de la progesterona en el endometrio y/o a través de la expresión de los receptores endometriales a los esteroides ováricos. De este modo, la suplementación a ovejas de baja condición corporal mantenidos en pastoreo extensivo, mejore la tasa de gestación, reduciendo las pérdidas embrionarias tempranas.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en las instalaciones del Rancho Santa Cruz, ubicado en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. (22° 14' N, 100° 54' W y 1859 msnm; temperatura promedio de 17.1 °C y precipitación promedio de 322 mm anuales; SEDARH, 2016). El estudio tuvo una duración de seis meses (mayo-septiembre de 2017).

Se utilizaron 89 ovejas de la raza Rambouillet de diferentes edades, que se distribuyeron por edad (promedio de 3.5 años de edad) y peso (promedio de 35 kg) a tres tratamientos: N) grupo suplementado con nopal sin enriquecer (N=20), NE) grupo suplementado con nopal enriquecido con urea y sulfato de amonio (N=22) y C) grupo control sin suplementación (N=47). Se utilizó nopal forrajero (sin espinas), el cual fue picado a mano en trozos de aproximadamente 10 cm de largo por 2 a 3 cm de ancho. El nopal se enriqueció con 600 g de urea y 80 g de sulfato de amonio diluidos en 4 L de agua por cada 100 kg de nopal fresco. El picado y enriquecido se realizó 24 h antes de ofrecerlo a los animales. El nopal natural y enriquecido se ofreció fresco en cantidad de 3 Kg por animal por día.

Las ovejas se alojaron en corrales provistos de comederos y bebederos de pileta. Los animales se pesaron en una báscula de plataforma (Torrey modelo EQM-400/800) con capacidad para 400 kg y se determinó la condición corporal (CC) por medio de la técnica sugerida por De Lucas (2008) que incluye la escala de 1 a 5. El peso y CC se obtuvieron a los 46, 70, 90, 105 y 122 días después del primer peso. Una vez que las ovejas se distribuyeron a sus respectivos tratamientos, se sometieron a un periodo 8 días de adaptación a la dieta. Los animales se alimentaron con heno de alfalfa en cantidad restringida a 1 Kg de materia seca diario por animal. La suplementación se inició 15 días antes del inicio del empadre (previo periodo de adaptación de 8 días) y continuó hasta el término del empadre.

Las ovejas se sometieron a empadre del 26 de junio al 30 de julio (34 días) con tres machos, distribuidos al azar a los tres grupos. A los 36 días de finalizado el empadre se diagnosticó gestación con un equipo de ultrasonido con monitor de alta resolución y transductor abdominal multifrecuencia (EDAN modelo DUS-3).

El peso y condición corporal se sometieron a Análisis de Varianza en un modelo completamente al azar. Se utilizó el paquete estadístico JMP Star Statistics (SAS 2000). El porcentaje de ovejas gestantes se analizó por medio de la Prueba de Chi Cuadrada de proporciones (Castlla y Cravioto, 1991).

Resultados y Discusión

Después de suplementar a las ovejas 15 días antes y durante el empadre, los resultados confirman que la suplementación con nopal enriquecido mejora las tasas de preñez en las ovejas.

A pesar de que las ovejas no modificaron significativamente ($P>0.05$) su peso, sí mejoraron su condición corporal ($P<0.02$) debido a la suplementación con nopal natural o enriquecido. El

mejoramiento de la condición corporal se reflejó en la respuesta reproductiva, tendiendo a ser mayor ($P<0.09$) la tasa de gestación en los grupos suplementados que en el grupo control no suplementado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Peso y condición corporal de ovejas al inicio y al final del empadre, suplementadas con nopal y nopal enriquecido con urea.

	Control	Nopal	Nopal enriquecido
n	47	20	22
Peso inicio de empadre (kg)	42.5±8.07	44.5±4.97	42.5±5.78
Peso final de empadre (kg)	43.1±7.97	45.7±4.84	43.8±5.89
CC inicio de empadre	1.43±0.53 ^b	1.87±0.45 ^a	2.04±0.46 ^a
CC final de empadre	1.86±0.44 ^b	2.3±0.68 ^a	2.14±0.62 ^{ab}
Gestantes (%)	59.57	80.0	81.82

^{a, b} Valores seguidos de distinta letra son diferentes ($P<0.05$).

El efecto más relevante de la suplementación en las ovejas es alrededor del momento de la monta, influyendo en el desarrollo de los folículos, en la tasa ovulatoria y en la sobrevivencia embrionaria. El inicio de la gestación representa un gran riesgo, ya que en esta etapa ocurren la mayor parte de las pérdidas embrionarias (Boland *et al.*, 2000; Ashwort *et al.*, 2009) y existe evidencia de que la subnutrición constituye un factor de riesgo.

Se sabe que la suplementación energética eleva las tasas de fertilidad y las tasas ovulatorias; en contraste, reduce los niveles circulantes de progesterona, lo que induce a pérdidas embrionarias y abortos (Parr *et al.*, 1992). Los niveles elevados de progesterona al inicio de la preñez (entre los días 1 y 5) constituye un riesgo de mortalidad embrionaria; sin embargo, posterior a este periodo, se requieren niveles altos de progesterona para mantener la gestación. En el presente estudio se observó un incremento en el porcentaje de gestación, lo que pudo deberse en parte al efecto del mejoramiento en el balance energético de los animales sobre la actividad ovulatoria y en parte al mejoramiento del ambiente uterino para el mantenimiento de la gestación (González-Bulnes *et al.*, 2011). El mejoramiento del balance energético de las ovejas afecta el eje reproductivo en general y, en hembras recién montadas, mejora los porcentajes de hembras que conciben (Scaramuzzi *et al.*, 2006), ocasionando tasas de gestación más elevadas, lo que repercute en mayores tasas de parición (Rekik *et al.*, 2007). La suplementación con nopal contribuyó a mejorar el balance energético de las ovejas, lo que se reflejó en mejor condición corporal y en mayores tasas de gestación.

Conclusiones

Los resultados indican que la suplementación ya sea con nopal o con nopal enriquecido con urea tiende a mejorar la tasa de preñez en ovejas en baja condición corporal. El implemento del nopal en la dieta de las ovejas bajo pastoreo extensivo es una alternativa para incrementar el porcentaje de preñez de las mismas.

Literatura Citada

- Akanni, G.B., J.C. Du Preez, L. Steyn, S.G. Kilian. 2015. Protein enrichment of an *Opuntia ficus-indica* cladode hydrolysate by cultivation of *Candida utilis* and *Kluyveromyces marxianus*. *Journal of Science of Food Agriculture*, 95, 1094–1102.
- Ashworth, J.C. 1995. Maternal and conceptus factors affecting histotrophic nutrition and survival of embryos. *Livest Prod Sci.* 44: 99-105.
- Boland, M.P., P. Lonergan, D. Callaghanz. 2000. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. *Theriogenology.* 55: 1323-1340.
- Castilla, S.L., J. Cravioto. 1991. *Estadística simplificada para la investigación en ciencias de la salud.* Primera Edición, Ed. Trillas. México.
- De Lucas, T.J. 2008. Evaluación de la condición corporal en ovejas. En: Fortalecimiento del sistema producto ovinos- Tecnologías para ovinocultores. Página Web del Sistema Producto Ovino (<http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/tecnologías/html>).
- Díaz, G.M.O., C.M.A. Ochoa, M.J. Urrutia. 2011. El Nopal, una opción alimenticia para pequeños rumiantes. Ed. Editorial Universitaria. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. (ISBN: 978-607-7856-27-6). 87 pp.
- Gonzalez-Bulnes A., C.A. Meza-Herrera, M. Rekik, H. Ben Salem, R.T. Kridli. 2011. Limiting factors and strategies for improving reproductive outputs of small ruminants reared in semi-arid environments, Chapter 2. In: *Semi-arid environments: agriculture, water supply and vegetation.* Ed: K.M. Degenovine. Nova Science Publishers Inc. Hauppauge., p. 41–60.
- Melo A.A.S., M.A. Ferreira, A.S.C. Vêras, M.A. Lira, L.E. Lima, M.S. Vilela, E.O.S. Melo, P.R.B. Araújo. 2003. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 32: 727-736.
- Parr, R. 1992. Nutrition - progesterone interactions during early pregnancy in sheep. *Reprod. Fertil. Dev.* 4: 297-300.
- Pinos-Rodríguez, R.G.J Duque-Briones, J.A Reyes-Agüero, J.C. García-López, S. González-Muñoz. 2006. Effect of species and age on nutrient content and in vitro digestibility of *Opuntia* spp. *J. Appl. Anim. Res.* 30:13 -17.
- Rekik, M., N. Lassoued, H. Ben Salem, M. Mahouachi. 2007. Interactions between nutrition and reproduction in sheep and goats with particular reference to the use of alternative feed sources. *Options Méditerranéennes, Series A,* No. 74:375-383.
- SAS (2000). *Sistema de Análisis Estadístico V8.* North Carolina, Raleigh. USA.
- Scaramuzzi, R.J., B.K. Campbel, J.A. Downing, N.R. Kendall, M. Khalid, M. Muñoz-Gutiérrez, A. Somchit. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. p 46-50.
- SEDARH (Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos). 2016. *Monografías municipales.* Soledad de Graciano Sánchez. Disponible en: <http://www.campopotosino.gob.mx/monmun.php> [Consultado el 22 de agosto de 2016].
- Torres-Sales, A. 2011. Composición química del nopal y sus implicaciones en la nutrición de rumiantes (experiencias de Brasil). IX Simposium: Taller Nacional y II Internacional de Producción del Nopal y Maguey. *Revista Salud Pública y Nutrición Edición Especial No. 5:* 143-151.

EFFECTOS DEL RODILLO AERADOR SOBRE LA VEGETACIÓN Y EL SUELO EN EL NORESTE DE MÉXICO

ROLLER AERATOR EFFECTS ON SOIL AND VEGETATION IN NORTHEAST OF MEXICO

Segura-Carmona Juan Emmanuel ¹, Ibarra-Gil Humberto¹

¹Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León

Resumen

El rodillo aereador es una de las herramientas utilizadas para mejorar la condición de los agostaderos, este implemento que consta de uno e incluso dos cilindros metálicos que poseen cuchillas acomodadas helicoidalmente, las cuales al girar el rodillo cortan la vegetación aérea principalmente arbustivas y posteriormente introducirse en el suelo, permitiendo descompactar y aerear el suelo, lo cual incrementa la captación de agua en el suelo. El objetivo de este estudio es evaluar el efecto que tiene el rodillo sobre la vegetación y el suelo en ranchos de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Después de un año del paso del rodillo, se encontró que la cobertura de las especies arbustivas fue mayor en el área testigo ($p < 0.05$). La cobertura de especies gramíneas fue superior para el área tratada con rodillo en comparación con el área testigo ($p < 0.05$). Las especies herbáceas, el mantillo y el suelo desnudo fueron estadísticamente similares ($p > 0.05$). La producción de materia seca de especies gramíneas en 6 ranchos, muestra que el área tratada con rodillo obtuvo una producción mayor que el área testigo ($p < 0.05$). La densidad aparente del suelo en fue menor en el área tratada con rodillo en comparación con el área testigo ($p < 0.05$).

Palabras clave: *Rodillo aereador, rehabilitación de agostadero, cobertura vegetal, producción de materia seca, densidad aparente del suelo.*

Abstract

Roller aerator or roller chopper is one of the tools utilized by improve the range condition, this tool consisting of one and even two metal cylinders that have helicoidal blades which when rotating the roller cut woody species and the blades are introduced into the ground, allowing the soil to be decompressed and aerated, which increases the uptake of water in the soil. The aim of this study is to evaluate the effect of the roller on vegetation and soil in ranches in Coahuila, Nuevo León and Tamaulipas states. After one year of the roller application, we found that the cover of the shrub species was higher in the control area ($p < 0.05$). The cover of grass species was higher for the area treated with the roller compared to the control area ($p < 0.05$). The herbaceous species, litter and the bare soil were statistically similar ($p > 0.05$). The dry matter production of grass species in 6 ranches shows that the area treated with the roller obtained a greater production than the control area ($p < 0.05$). The bulk density is reduced when the roller is applied ($p < 0.05$).

Keywords: *Roller aerator, range improvement, vegetation cover, dry matter production, soil bulk density.*

Introducción

El pastoreo es la actividad relacionada con la utilización de la vegetación de los agostaderos de mayor importancia económica en el mundo (Hussain y Durrani, 2009). Tan solo en México la ganadería se lleva a cabo en más del 57% del territorio nacional (Esqueda *et al.*, 2011). Los agostaderos llegan a comprender un gran número de tipos de vegetación diferentes como por ejemplo los pastizales, matorrales y todos aquellos terrenos que son capaces de soportar zacates, hierbas o arbustos para proveer de forraje principalmente a los herbívoros (Heady, 1975).

La biomasa vegetal de los agostaderos puede llegar a ser afectada principalmente por estrés y el disturbio, el primero de estos estriba en condiciones que restringen la producción, por ejemplo la escasez de luz, agua, nutrientes del suelo así como temperaturas no óptimas para el desarrollo de la planta, el segundo se refiere con el daño o afección total o parcial de la planta y es consecuencia principalmente de actividades antropogénicas como el pastoreo y la deforestación, aunque también puede deberse a desastres naturales (Grime, 1977; Turner y Gardner, 2015; White, 1979).

En México más del 43% de los agostaderos sufren algún tipo de degradación (Esqueda *et al.*, 2011), por lo que la Comisión Nacional de Zonas Áridas ha implementado diversas herramientas para mejorar la condición de los agostaderos. El rodillo aereador es una de las herramientas utilizadas para mejorar la condición de los agostaderos, este implemento que consta de uno e incluso dos cilindros metálicos que poseen cuchillas acomodadas helicoidalmente las cuales al girar el rodillo cortan la vegetación aérea principalmente arbustivas y se introducen en el suelo, permitiendo descompactar y aerear el suelo, lo cual incrementa la captación de agua en el suelo (Rubio Granados 2009).

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto que tiene el rodillo sobre la vegetación y el suelo en ranchos de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Bajo la hipótesis que el rodillo aereador mejora la condición del agostadero en términos de densidad aparente, producción de materia seca y cobertura de especies gramíneas.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el noreste de México en ranchos de los Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, los cuales se encuentran en zonas con clima desértico y semidesértico, donde la precipitación promedio del año no rebasa los 400 mm. La vegetación de los ranchos evaluados fue principalmente matorral xerófilo.

En cada uno de los ranchos se establecieron 2 áreas, las cuales una contaba con aplicación de rodillo aereador sin desmonte previo y la otra área sin tratamiento se estableció como testigo. Para medir la cobertura vegetal se distribuyeron completamente al azar en cada área 5 líneas de intercepción (Canfield), en las cuales cada línea midió 10 metros. La producción de materia seca se obtuvo 1 año después de la aplicación del rodillo, donde en cada área se distribuyeron al azar 10 unidades muestrales de 0.5 metros cuadrados, donde las especies forrajeras se cortaron a nivel del suelo y se separaron por especie en bolsas de papel para posteriormente ser introducidas a una estufa de secado a 60°C hasta llegar a peso constante para poder estimar la producción de materia seca. Para medir la densidad aparente del suelo se utilizó el método del cilindro donde en cada área se distribuyeron 5 puntos de muestreo de los primeros 15 cm.

El análisis estadístico que se utilizó fue un modelo de bloques al azar y comparación de medias por el método DMS. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico IBM SPSS versión 22.

Resultados y Discusión

Los resultados respecto a la cobertura vegetal inicial un mes después del paso del rodillo en 8 ranchos (figura 1) indican que la cobertura de arbustivas es estadísticamente menor comparado con el área testigo ($p < 0.05$). La cobertura de mantillo tiende a ser estadísticamente superior en el área con rodillo que el área testigo ($p < 0.05$). La cobertura de especies gramíneas y herbáceas tienden a incrementarse después del paso del rodillo, aunque estadísticamente no fueron diferentes ($p > 0.05$). El suelo desnudo mostró una tendencia a disminuir con el paso del rodillo, pero estadísticamente fue similar al área testigo ($p > 0.05$).

Cuando se midió la cobertura vegetal después de un año del paso del rodillo en los 8 ranchos (figura 2), se encontró que la cobertura de las especies arbustivas fue mayor en el área testigo ($p < 0.05$). La cobertura de especies gramíneas fue superior para el área tratada con rodillo en comparación con el área testigo ($p < 0.05$). Las especies herbáceas, el mantillo y el suelo desnudo fueron

estadísticamente similares ($p > 0.05$). La cobertura de gramíneas responde positivamente al paso del rodillo, ya que Flores y colaboradores (2013) encontraron que la cobertura de gramíneas aumenta más de un 20 % después del paso del rodillo. Los resultados de aumento de cobertura vegetal de gramíneas y disminución de cobertura de especies arbustivas cuando se aplica el rodillo son similares a los resultados encontrados en el sur de Texas por Ruthven & Krakauer (2004).

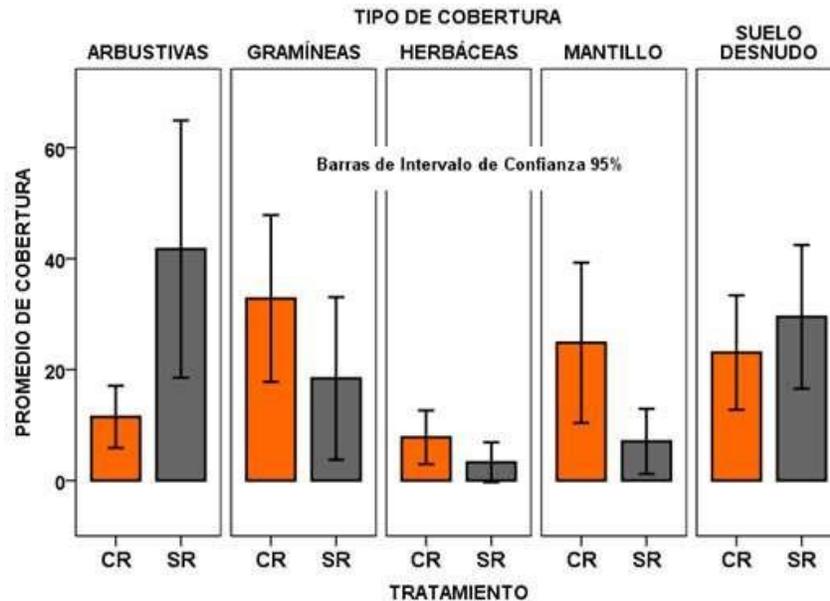


Figura 1.- Resultados de cobertura de especies arbustivas, gramíneas, herbáceas, mantillo y suelo desnudo, muestreado 1 mes después de aplicar el rodillo en 8 ranchos del noreste de México. CR= Con Rodillo; SR= Sin Rodillo.

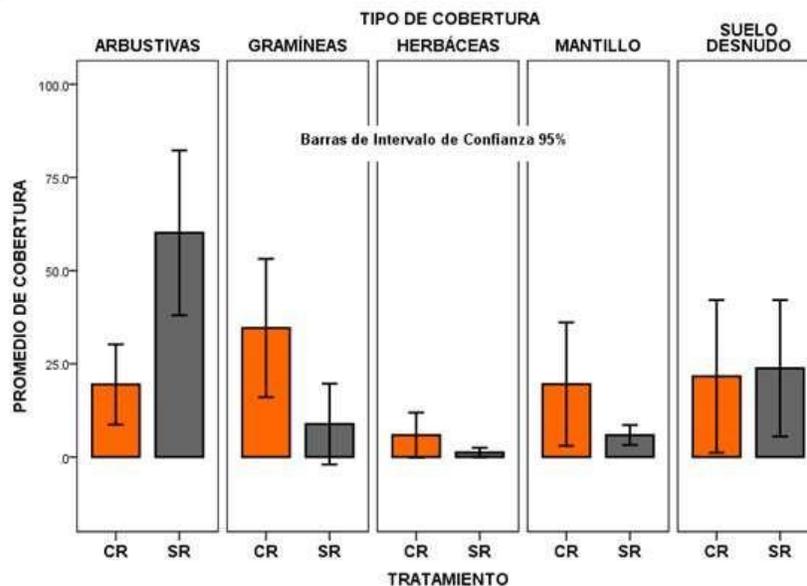


Figura 2.- Resultados de cobertura de especies arbustivas, gramíneas, herbáceas, mantillo y suelo desnudo, muestreado 1 mes después de aplicar el rodillo en 8 ranchos del noreste de México. CR= Con Rodillo; SR= Sin Rodillo.

La producción de materia seca de especies gramíneas en 6 ranchos (figura 3), muestra que el área tratada con rodillo obtuvo una producción mayor que el área testigo ($p < 0.05$). Estudios publicados encontraron que el rodillo aumenta la producción de materia seca de gramíneas (Ruthven *et al*

2000, Berlanga 2009). Estos resultados pueden ser respuesta al efecto del rodillo, ya que al reducir el escurrimiento se aumenta la captación del agua en el suelo, lo que propicia mejores condiciones para el establecimiento de plantas (Ayala Álvarez 2014, Flores *et al* 2013).

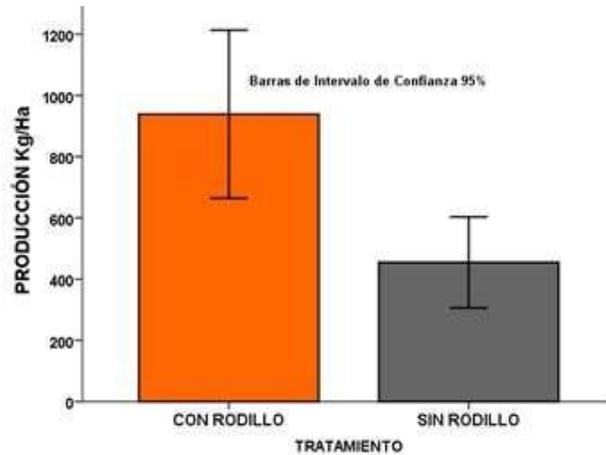


Figura 3.- Resultados de producción de materia seca promedio 1 año después de la aplicación del rodillo aerador en 6 ranchos del Noreste de México.

Los resultados de la densidad aparente del suelo de 8 ranchos se muestran en la figura 4, donde se observa que los ranchos 1,4,5,6 y 8 presentaron una densidad aparente menor en el área tratada con rodillo en comparación con el área testigo ($p < 0.05$). Lo anterior fue similar a lo encontrado en el norte del Estado de Coahuila por Medina-Guillén y colaboradores (2017).

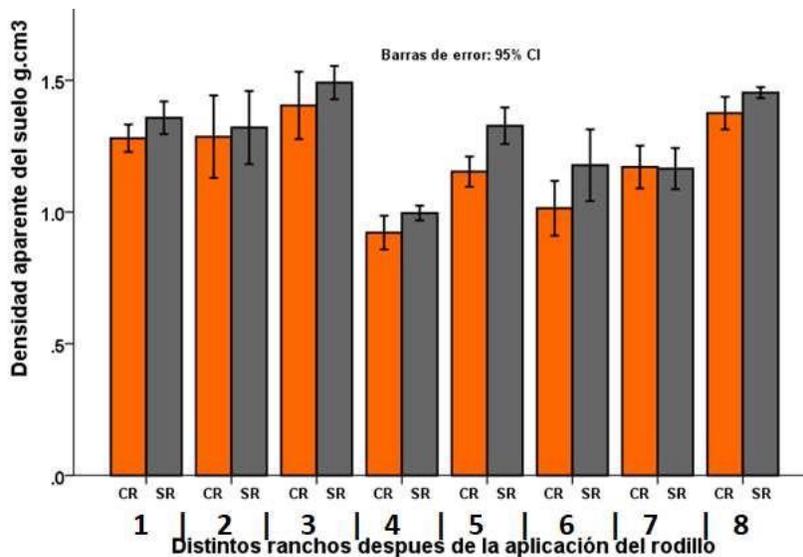


Figura 4.- Resultados de la densidad aparente del suelo después del paso del rodillo en 8 ranchos del Noreste de México. CR= Con Rodillo; SR= Sin Rodillo.

Conclusión



El rodillo aereador parece ser una herramienta confiable para mejorar la condición del agostadero, así como la producción de materia seca de gramíneas, además de controlar o reducir la cobertura vegetal de arbustivas.

Agradecimientos

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

Literatura Citada

- Berlanga Reyes C. A. 2009. Uso del rodillo aereador para la rehabilitación de pastizales degradados. *INIFAP*
- Flores Gallardo H., Jimenez O. R., Ramirez G. H. 2013. Uso del rodillo aereador para la recuperación de agostaderos en Durango. *INIFAP Folleto técnico núm. 72*. Durango México.
- Medina-Guillén, R., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H., Pando-Moreno, M., Kubota, T., & Gómez-Meza, M. V. 2017. Efectos del rodillo aereador y el fuego en las propiedades físicas e hidrológicas del suelo en matorrales de Coahuila, México. *Agrociencia*, 51(5), 471-485
- 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.
- Ruthven III, D. C., Rios, D. R., & Gandaria, A. G. 2000. Response to Herbaceous Vegetation to Aeration of a Blackbrush-Guajillo Community. *Texas Journal of Agriculture and Natural Resources*, 13, 51-60.

DISEÑO DE METODO PARA ESTIMAR CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL PASTIZAL: SUELOS Y GEOMORFOLOGÍA

Alfonso Serna, Francisco G. Echavarría, Ricardo A. Sánchez

Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zacatecas, CP. 98500. Tel 01-800-088-2222, Ext 82319, 82304 y 82301.

Resumen

Mejorar la condición de los pastizales es fundamental para asegurar la sustentabilidad de la producción de carne en el norte de México Como parte del diseño de un método para estimar la capacidad productiva del pastizal se realizó un estudio exploratorio para evaluar el efecto del suelo y la geomorfología sobre la productividad del pastizal en la parte central de Zacatecas. En un área de pastoreo de 53 ha se describieron y georreferenciaron 74 perfiles de suelos y se muestrearon y determinaron variables físicas y químicas del suelo en el laboratorio. La información se sistematizo definiendo criterios de aproximación y con interpolación kriging se delimitaron grupos con condiciones similares de perfil de suelo y geomorfología (GCSSyG). Con datos de materia seca del estrato herbáceo muestreada durante 5 años en 51 sitios se obtuvieron mapas de producción por muestreo, y mediante sistemas de información geográfica se muestrearon a través de los GCSSyG, analizando la información mediante medidas repetidas utilizando el programa SAS. Se lograron construir GCSSyG que mostraron diferencias en el rendimiento de la materia seca

asociada. Sin embargo, es necesario incluir variables de vegetación, hidrológicas y del sitio para mejorar la estimación de la productividad y la comprensión de los procesos que ahí ocurren.

Palabras clave: Productividad, sistemas de información geográfica, propiedades del suelo, potencial

productivo. Introducción

Para lograr la sustentabilidad en la producción de carne en el norte de México, es necesario mejorar la condición de las áreas de pastizal y matorral y conservar su productividad. Zacatecas puede servir como un ejemplo de la problemática que se desarrolla en estas áreas así como de su importancia. En este estado de la república alrededor del 70 % de la superficie son pastizales y matorrales que presentan diversos niveles de disturbio edáfico, pérdida de cobertura vegetal y cambios en composición florística. Lo anterior, afecta la habilidad del área de pastoreo para solventar las necesidades de alimentación de las especies ganaderas (Whisenant, 1999). La presión de uso vía el sobrepastoreo con frecuencia conduce a la degradación del suelo, que puede afectar el grosor del perfil del suelo mediante los procesos de erosión hídrica y deposición (Herrick *et al.*, 2002). Modificando de manera adversa la capacidad del suelo para proporcionar humedad, nutrientes y servir de sostén a la vegetación que ocurre en el sitio (Brady y Weil, 2000; Herrick *et al.*, 2006). La degradación de esta forma establece diferencias en productividad a través del espacio las que podrían ser estimadas a partir de variables de vegetación, edáficas, geomorfológicos y su interrelación. En base a lo anterior se plantea desarrollar una metodología para estimar la capacidad productiva del pastizal. A continuación se presenta un avance considerando el efecto del suelo y la geomorfología sobre la productividad de un área de estudio en la parte central de Zacatecas.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en una pequeña cuenca de pastizal de 53 ha, que se localiza en los 22° 54' Norte y 102° 33' Oeste, a una altitud media de 2,285 msnm. La precipitación promedio anual es de 400 mm y la vegetación dominante es “pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera”. La microcuenca cuenta con un cauce principal con profundidad variable de hasta 5 m. La fisiografía varía de ondulada a escarpada. Los suelos son predominantemente arenosos (63-87%), con pH moderadamente alcalino (pH ~ 7.8), bajo contenido de nutrimentos, materia orgánica (0.1-2.7%) y sales. De acuerdo con la clasificación FAO (WRB 2006), los suelos de la cuenca son Leptosoles y Kastanozem. Se describieron 74 perfiles, la mayoría directamente desde las cárcavas y el resto mediante pozos de observación. Cada sitio de muestreo fue georreferenciado. Para la descripción de perfiles se siguieron los lineamientos definidos por el Colegio de Postgraduados (1977), que consistió en la identificación de cada horizonte por su color, prueba de textura al tacto y posición en el perfil, midiendo su profundidad. Se tomaron muestras de suelo de cada horizonte y de todos los perfiles identificados y se determinaron propiedades físicas y químicas en el laboratorio. Con esta información se procedió a agrupar aquellos sitios que presentaron el mismo perfil y por medio de interpolación con kriging y se determinaron grupos con condiciones similares de perfil de suelo y geomorfología (GCSSyG).

Se realizaron mediciones periódicas del contenido de materia seca del estrato herbáceo dentro del área de estudio durante 5 años, obteniéndose un total de doce muestreos. Se utilizaron cinco transectos distribuidos en el área siguiendo el criterio de representatividad de los pequeños grupos locales de vegetación, con lo que se obtuvo un total de 51 puntos de medición, los cuales se encontraban separados a 50 m. Para colectar la muestra se usó un cuadrante 0.5 x 0.5 m. Los datos de materia seca fueron interpolados obteniendo un mapa de producción de materia seca por cada muestreo. Con el fin de obtener valores de sitios que se caracterizaron por su morfología, se seleccionaron 50 puntos fijos repartidos en los grupos con condiciones similares de perfil de suelo y geomorfología (GCSSyG) y se procedió a muestrear los doce mapas en los mismos puntos seleccionados. Esto se realizó con ayuda de sistemas de información geográfica (SIG). Los nuevos datos obtenidos se analizaron por el método de medidas repetidas usando el programa SAS.

Resultados y Discusión

Los grupos con condiciones similares de perfil de suelo y geomorfología (GCSSyG) se presentan en la Figura 1. En total fueron 6 y se describen a continuación.

- 1) BD o área de baja degradación. Este grupo presenta suelos con perfiles en buen estado y con horizontes tipo A (suelo superficial rico en materia orgánica), B (subsuelo desarrollado con horizonte de acumulación), y C (horizonte no desarrollado). Son suelos de tipo Kastañozem.
- 2) MD o área de degradación media. En este grupo el suelo ha perdido completamente el horizonte A, quedando solamente los horizontes B y C, lo que condiciona su productividad. En el horizonte B se está desarrollando en la superficie una pequeña acumulación de material orgánico. Son suelos de tipo Kastañozem, pero muy degradados
- 3) AD o área de alta degradación En este grupo el suelo ha perdido los horizontes A y B y permanece solo el horizonte C, lo que condiciona fuertemente su productividad. Estos suelos son Leptosoles debido a su baja profundidad, pero muy probablemente fueron suelos Kastañozem que sufrieron una fuerte erosión hídrica.
- 4) ADDP o área de alta degradación con desarrollo de horizonte orgánico incipiente. Esta es una variación del grupo AD que muestra el desarrollo de un muy pequeño horizonte A.
- 5) ADAC o área de alta degradación con una alta acumulación de carbonatos (59 mg kg^{-1}). Como el grupo previo también tiene un horizonte A incipiente.
- 6) ADDL o área de alta degradación con desarrollo limitado. Presenta un horizonte muy delgado debido al afecto de la erosión hídrica y actualmente recibe deposición de suelo de las áreas circundantes, lo que ayuda a tener la presencia del horizonte superficial.

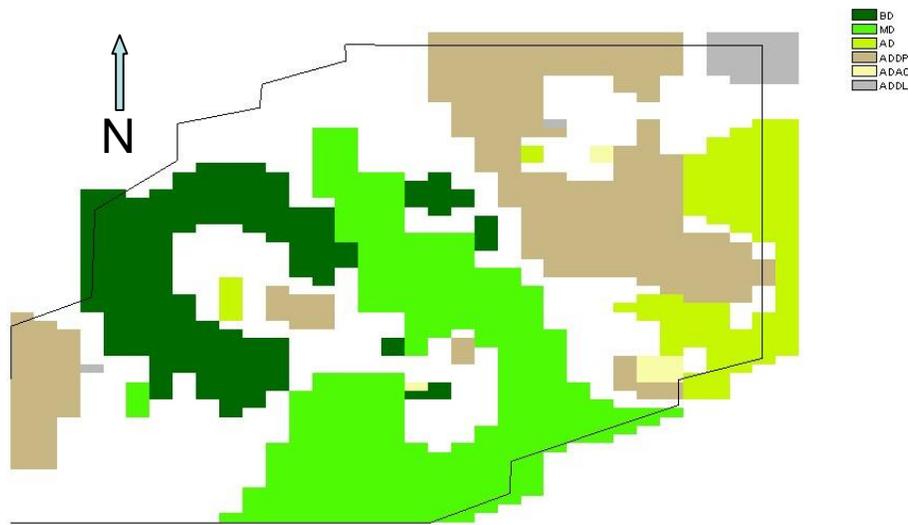


Figura 1. Distribución espacial de los grupos con condiciones similares de perfil de suelo y geomorfología (GCSSyG).

En todos los grupos identificados hay evidencia de erosión hídrica. También hay indicios de que la erosión fue magnificada por la pérdida de la cobertura vegetal propiciada por el sobrepastoreo.

Las diferencias de rendimiento entre los GCSSyG, a lo largo del período de cinco años fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Los valores medios y desviaciones estándar se muestran en la Cuadro 1. BD representa la condición de suelo más desarrollada (con tres horizontes bien definidos) que se ha mantenido sin degradación o el efecto de la erosión hídrica ha sido bajo. El rendimiento medio de este grupo puede representar el potencial de rendimiento de materia seca en el área de estudio y para estudios de degradación o definición de condición de pastizal, debe considerarse como punto de referencia óptimo de la condición del suelo del sitio. Las diferencias entre los grupos BD y MD podrían explicarse por la erosión del horizonte superficial (A) perdido, que, según las mediciones de los horizontes es una media de 19 cm de profundidad. Aunque la diferencia de valores medios fue de sólo $181,8 \text{ kg ha}^{-1}$, la diferencia máxima después de cinco años fue de 670 kg ha^{-1} . Al observar el resto de la información presentada en el Cuadro 1, las pérdidas de los horizontes por la erosión hídrica podrían explicar las diferencias en rendimiento. Sin embargo, es necesario considerar otras variables para mejorar la estimación y obtener un mayor entendimiento de los procesos que ocurren en el sitio de pastizal, ésto con la finalidad de obtener un modelo robusto para estimar la capacidad productiva del pastizal

Cuadro 1. Comparación de rendimientos medios, desviación estándar y rendimiento máximo de materia seca de los seis grupos con condiciones similares de perfil de suelo y geomorfología (GCSSyG) identificados en el área de estudio.

GCSSyG	Rendimiento medio de materia seca (kg ha^{-1})	Significancia	Rendimiento máximo MS (kg ha^{-1})	Desviación Estandar (kg ha^{-1})
LD	1340.4	a	2983	1219
MD	1158.6	a cd	2313	1098

HD	1172.7	a c e	2429	872
HDFD	1137.9	bc e f	2364	984
HDRD	1051.6	b de g h	1835	754
HDC	909.8	bc e f h	2007	730

Conclusiones

Se lograron construir grupos con condiciones similares de perfil de suelo y geomorfología que mostraron diferencias en el rendimiento de la materia seca asociada. Sin embargo, es necesario incluir otras variables de vegetación, hidrológicas y del sitio para mejorar la estimación de la productividad y la comprensión de los procesos que ahí ocurren. Además de calibrar el método con información ajena al sitio de muestreo para determinar la capacidad de interpolación de resultados.

Literatura Citada

- Brady, N.C., y R.R. Weil 2000. Elements of the nature and properties of soil. 12th edition. New Jersey, USA: PrenticeHall, Inc. p. 34.
- Colegio de Postgraduados 1977. Manual de conservación del suelo y del agua. (Soils and water conservation handbook) Colegio de Postgraduados-SARH-SPP, Chapingo, México, pp. 65-105.
- Herrick JE, Brown JR, Tugel AJ, Shaver PL, Havstad KM. 2002. Application of soil quality to monitoring and management: Paradigms from rangeland ecology. *Agron J.* 94(1):3-11.
- Herrick, J.E., B.T. Bestelmeyer, S. Archer, A.J. Tugel, y J.R. Brown. 2006. An integrated framework for science-based arid land management. *J Arid Environ.* 65: 319-335.
- Whisenant, S.G. 1999. Repairing damaged wildlands: A process-oriented, landscape-scale approach. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 312 p.
- WRB. 2006. IUSS Working group. World reference base for soil resources. 2nd edition. World soil resources reports No. 103. FAO, Rome, Italy.

EVALUACIÓN DE OVINOS PASTOREANDO PASTO TANZANIA CON ACCESO A BANCO DE PROTEÍNA EN EL TRÓPICO

EVALUATION OF SHEEP GRAZING TANZANIA GRASS WITH ACCESS TO PROTEIN BANK IN THE TROPICS

Gustavo Flores¹, Manuel Silva^{2*}, Cándido E. Medina³, José A. Reyes¹ y Mario A. Vega⁴

¹CUSur-Universidad de Guadalajara, ²Sitio Experimental Costa de Jalisco-INIFAP, ³CUSur-Universidad de Guadalajara y ⁴Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-INIFAP.

Resumen

El estudio se realizó en el Sitio Experimental Costa de Jalisco del INIFAP ubicado en el Km 204 de la carretera Guadalajara-Barra de Navidad en los 19° 31' 15" L N y 104° 32' 00" L O, a una altitud de 298 msnm. Se evaluaron las ganancias de peso en borregos machos y hembras en periodo de engorde, de 125±25 d de edad con peso promedio de 27.3 kg, provenientes de cruzamientos entre las razas dorper, kathadin, pelibuey y blackbelly, los animales ingresaron al pastoreo de una pradera de pasto *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania, con acceso restringido a un banco de proteína de *Arachis pinto* CIAT 17434 o a una ración de concentrado. El diseño del trabajo experimental fue completamente al azar con 10 repeticiones y tres tratamientos. Los animales se pesaron con frecuencia de 14 días por un total de 5 periodos. La leguminosa *Arachis pinto* en pastoreo restringido incremento la ganancia de peso en los ovinos al ser consumida por dos horas. Se encontró similitud en el CPV con los ovinos que consumieron la dieta, probando de esta manera que es posible bajar los costos de producción al desarrollar ovinos de pelo en regiones tropical.

Palabras claves: *Arachis*, Ganancia de peso y ovinos.

Introducción

Diversos factores limitan el potencial productivo de los ovinos en el trópico. Rojas (2007), indica que el pastoreo constituye la base de la alimentación para los rumiantes en esta región ecológica y desde el punto de vista económico, representa la técnica que brinda considerables niveles de producción, bajando eficientemente costos de la inversión en el sistema pecuario, esto debido a la extensa cantidad de gramíneas y leguminosas que se adaptan a esta región. Sin embargo, existen varios factores endógenos y exógenos que limitan la producción de carne de cordero. Por ejemplo, las precipitaciones pluviales, que tienen un efecto directo sobre la disponibilidad y calidad nutricional de los pastos en los trópicos, ya que se conoce perfectamente que en temporal de lluvias la producción alcanza su mayor producción, y ocurre lo opuesto en periodos de estiaje, quitando nutrientes que los animales necesitan (Hernández *et al*, 2001). A estas limitantes se suman, mal manejo sanitario, pobre calidad genética de los rebaños, alta incidencia de parásitos, poca o nula suplementación, y deficiente manejo tanto del rebaño y praderas en que pastorean.

La engorda de corderos en forma estabulada encauza la necesidad de tecnificar los diferentes sistemas de pastoreo, buscando alternativas que sean eficaces y costeables económicamente. Incluir leguminosas asociadas a los pastos o en monocultivos, llamados bancos de proteína, representa una alternativa viable para la engorda de corderos en sistemas de producción ovina en los trópicos, pues proporcionan nutrientes que las gramíneas no aportan en cantidades suficientes. Este trabajo tuvo como objetivo fue evaluar la ganancia diaria de peso (GDP) en borregos con diferentes % de cruzamiento entre las razas, dorper, kathadin, blackbelly y pelibuey, pastoreando en una pradera de *Megathyrsus maximus* antes *Panicum maximum* Cv. Tanzania, con y sin acceso restringido a un banco de proteína de *Arachis pinto* CIAT 17434.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en el Sitio Experimental Costa de Jalisco del INIFAP localizado en el Km 204 de la carretera Guadalajara-Barra de Navidad en los 19° 31' 15" latitud norte y 104° 32' 00" longitud oeste, a una altitud de 298 msnm. El tipo climático al que pertenece es Aw1 (Ruiz *et al*,

2003) y la zona térmica es cálida con lluvias en verano, la precipitación promedio anual es de 1452 mm. El tipo de suelo es feozem, haplico y con un pH del suelo de 6.1.

Se empleó una pradera de la pradera de 4400 m² de pasto Tanzania recién establecida; para asegurar la cantidad de biomasa necesaria para cubrir las necesidades de los ovinos en pastoreo la pradera se fertilizó con dosis 50-00-00, que equivale a 108 kg ha⁻¹ de urea, con cerco eléctrico se hicieron cinco franjas uniformes de 880 m² c/u. se empleado pastoreo fue rotacional con cinco días de ocupación y 20 días de descanso. Previo al experimento se realizó corte de uniformidad cada 5 días a una franja diferente, para que al tiempo de pastoreo las franjas sean de la misma edad. Se efectuó un muestreo y corte de uniformidad de cada una de las franjas. El banco de proteína empleado para el pastoreo de los borregos, se estableció en la época de lluvia del año 2010; tiene una superficie de 1000 m². Previo al inicio del trabajo se desenmalezó de forma manual se efectuó corte de uniformidad un mes antes del inicio del pastoreo, y se dividió con cerco eléctrico en dos pequeñas parcelas de manera proporcional.

Se utilizaron 30 ovinos entre machos y hembras en periodo de engorde, de 125 ± 25 d de edad con un peso medio de 27.2 ± 5.5 kg, provenientes de cruza entre las razas dorper, katahdin, pelibuey y black belly, estos fueron desparasitados con ivermectina/closantel (Oviver®) contra endoparásitos y con organofosforados (Asuntol®) para exoparásitos, también fueron vitaminados con Complejo B (Vintanhegra B12®) y vit. E más Selenio (Se-Ve®), e inmunizaron contra enfermedades respiratorias y clostridiales (Biobac 11 Vías®). Se identificaron con medalla de acuerdo al tratamiento al que pertenecía. Se les dio un periodo de adaptación de 10 días y durante todo el trabajo se les ofreció agua y sales minerales *ad libitum*. Todos los ovinos pastaron a libre acceso en la pradera de pasto Tanzania y solo se separaban por tratamientos (T) a las 8:00 h, El T1 después de dos h de ingreso al banco de proteína se reincorporaba a la pradera de Tanzania. Los del T2, al consumir su ración de complemento igualmente se reintegraron a la pradera y T3 solo pastoreo en la pradera de pasto Tanzania y el resto del día permanecía un solo grupo. Los ovinos pernoctaron en instalaciones techadas con piso firme de concreto saliendo a la pradera a las 8 h. Las variables evaluadas fueron: Ganancia Diaria de Peso (GDP), para determinar esta variable se pesaron los borregos cada 14 días, con los mismos datos de pesaje obtenidos, se calculó también cambio de peso vivo (CPV) la diferencia entre tratamientos en base al cambio de peso vivo entre tratamientos; además con el muestreo de forraje que se realizó al inicio y finalizar cada pastoreo se determinó el Forraje Consumido (FC). Se realizó análisis químico proximal (AQP) del pasto, la leguminosa y ración de complemento en el laboratorio de nutrición animal del Centro Universitario del Sur en Cd. Guzmán, Jalisco.

El diseño del trabajo experimental fue completamente al azar con 10 repeticiones y tres tratamientos (T), donde el T1 fue pastoreo en una pradera de pasto Tanzania más dos h de acceso a banco de proteína de *Arachis pintoi*, el T2 fue pastoreo en la misma pradera más complemento con concentrado al 16% PC suministrado al 1% del peso vivo de los animales, y el T3 fue solo pastoreo en la misma pradera de pasto Tanzania. Los datos obtenidos se analizaron PROC GML y la comparación de medias fue a través de la prueba de Tukey (P<0.05), (SAS, 2004).

Resultados y Discusión

El cuadro 1, muestra los resultados obtenidos en laboratorio al analizar los alimentos que fueron consumidos por los animales en los diferentes tratamientos, en la cual se puede apreciar que el pasto Tanzania a los 20 días su contenido de proteína era inferior a la dieta elaborada y la leguminosa empleada en pastoreo restringido.

Cuadro 1. Resultado de los Análisis Químico Proximal de los alimentos (%)

Variable	Pasto Tanzania (<i>M. maximus</i>)	Dieta complementaria.	Cacahuete forrajero (<i>A. pintoi</i>)
Materia seca	17.1	92.5	16.9
Proteína cruda	8.4	16.1	17.5
Grasa cruda	1.5	2.6	0.9
Fibra cruda	40.5	2.3	27.6
FDN	74	49.7	47.8
FDA	53.9	3.5	36.1

FDN: Fibra Detergente Neutra. FDA: Fibra Detergente Acida.

El cuadro 2, muestra los resultados de GDP en los ovinos que pastorearon la pradera de pasto Tanzania, en donde se observa diferencia estadística entre tratamientos, encontrando similitud entre T1 y T2 pero diferencia ($P > 0.05$) con T3. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis químico proximal de los diferentes alimentos con los que se trabajó, las variables cuantificaron para *Arachis pintoi* 17434 con valores en PC y FDA similares a los obtenidos por Wing Ching y Rojas (2006) a las 12 semanas, pero difieren por más de 10 unidades porcentuales en FDN y prácticamente el doble de MS, lo cual se justifica por la precocidad en el tiempo (6 semanas) de pastoreo en banco de proteína.

Los valores nutrimentales de *Megathyrus maximus* se obtuvieron con menor calidad en todas sus variables en comparación con los encontrados por Verdecia, *et al.* (2008) para el mismo ecotipo. Consecuentemente en el T3 (grupo testigo) se encontró el menor CPV (26.8b) *versus* T1 (32.1a) y T2 (29.5a) ya que solo consumió Tanzania en la totalidad de su dieta, con resultados minúsculos, a causa de no cubrir las necesidades nutricionales, resultaron en GDP con 28.3 gr/cordero/d como valor promedio, similar al experimento realizado por Espinoza *et al.* (2001), lo cual se atribuye a la curva normal de crecimiento de los corderos.

Cuadro 2. Respuesta productiva de ovinos CPV (kg) en los tratamientos evaluados.

	T1	T2	T3	\bar{X}
Periodo 1	27.92	27.71	26.27	27.30
Periodo 2	29.38	28.83	26.31	28.17
Periodo 3	29.96	30.38	26.44	28.92
Periodo 4	31	29.71	27.23	29.31
Periodo 5	32.13	30.96	27.89	30.31
\bar{X}	32.1 a	29.5 a	26.8 b	

Por otro lado, se observa en el cuadro 3. diferencia significativa ($P < 0,05$) en GDP entre T1, T2 y T3 con 83.9, 70.5, 37.3 gr/cordero/día respectivamente, el análisis no indico diferencia entre periodos, ni entre repeticiones, estos resultados concuerdan con la calidad nutritiva de las dietas ofrecidas en cada tratamiento. Un estudio desarrollado por Combellas *et al.* (1999), con la finalidad

de evaluar la aceptación y la GDP en las leguminosas *Leucaena l.* como complemento proteico, encontraron resultados en la raza West African de hasta 87 gr/d cuando ofrecieron el 50% de *Leucaena l.* en base fresca y lo compararon frente a una ración de complemento con harina de ajonjolí con GDP de 53gr/d. Otra fase fue desarrollada en este experimento con *Gliricidia s.* contra harina de pescado, con GDP de 66 y 83 gr/d respectivamente. Un tercer tratamiento dentro del mismo diseño experimental obtuvo GDP de 98 gr/d al combinar leguminosa más ración de complemento sin rebasar el consumo voluntario de materia seca (CMS).

Cuadro 3. Respuesta productiva GDP (g/animal/día) de ovinos pastoreando pasto Tanzania con y sin acceso a un banco de proteína y una dieta complementaria.

	T1	T2	T3	Ī
Periodo 1	104.2	80.4	3	64.3 a
Periodo 2	41.7	110.1	8.9	65.5 a
Periodo 3	74.4	-47.6	56.5	55.9 a
Periodo 4	80.4	89.3	44.6	70.2 a
Ī	75.2 a	58.1 ab	28.3 b	
D.E.	92.6	110.7	72.1	

Para el presente estudio en banco de proteína (T1) se obtuvieron GDP mayores, correspondientes a 75 gr/cordero/día como media estadística, se pudo apreciar durante la evaluación GDP individual hasta de 120 gr/día en corderos sobresalientes. Gonzales *et al.* (2013) en condiciones de trópico húmedo desarrollaron ovinos en gramíneas y complemento con follaje tierno de la copa de árboles, logrando GDP de 58 gr/ cordero/d.

Conclusiones

La leguminosa *Arachis pintoi* incrementa la ganancia diaria de peso en ovinos de engorde al ser consumida por tiempo determinado en un banco de proteína.

El acceso durante dos horas de los ovinos al banco de proteína de cacahuate forrajero, funciona como complemento al pastoreo de Tanzania (*Megathyrsus maximus*), con resultados similares al proporcionar una ración de concentrado con 16 % de PC y suministrada al 1% del PV de los animales. Ya que se encontró similitud en el CPV entre tratamientos, probando de esta manera que es posible bajar los costos de producción al desarrollar ovinos de pelo en regiones tropical.

Literatura Citada

- Combellas J., Ríos L., Osea A., y Rojas J. 1999. Efecto de la suplementación con follaje de leguminosas sobre la ganancia en peso de corderas recibiendo una dieta basal de pasto de corte. Rev. Fac. Agron. 16: 21 1-216. Disponible en: <http://200.74.222.178/index.php/agronomia/article/view/11801/11791> el día 12/10/16.
- Espinoza F., Araque C., León L., Quintana H., y Efrén Perdomo. 2001. Efecto del banco de proteína sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en pastoreo con ovinos. Zootecnia Tropical, Vol. 19, No. 3, 307-318 pp. Disponible en: <https://tspace.library.utoronto.ca/retrieve/2905/zt01038.pdf> el día 16 de septiembre de 2016.
- González G., Blardony R. K., Ramos J. A., Ramírez H. B., Sosa, R., y Gaona P. 2013. Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. Revista de investigación y difusión científica agropecuaria. 17(1): 135-148.



- Hernández, G. A., Pérez, P. J., y Ramírez R. O. 2001. Planeación de la producción animal en el trópico. En PJ Pérez, G A Hernández y V. A. Gómez. (Ed.), *Los forrajes en México presente y futuro*. (pp. 112-133). Montecillo, Estado de México: Colegio de Postgraduados.
- Rojas, B. A. 2007. *Ventajas y limitaciones para el uso del maní forrajero perene*. En: XI Seminario “Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal.”. memoria electrónica. pp 88-99.
- 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 edafoclimáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Jalisco*. INIFAP. Libro técnico n° 2. 172 p.
- Statistical Analysis System., 2004. Institute Inc. SAS/STAT 9.1. User’s Guide Cary, NC: SAS Institute Inc. Cary, N.C., USA.
- Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., Leonard, I., Pascual, Y., López, Y. 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del Panicum máximum cv. Tanzania. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. IX, número 5, Málaga, España. pp. 1-9. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63611397008> el día 17 de mayo de 2016.
- Wing Ching J. R. y Rojas, B. A., 2006. Composición nutricional y características fermentativas del ensilaje de maní forrajero. *Agronomía Costarricense* 30 (1): 87-100. ISSN:0377-9424. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6834/6521> el día 04 de marzo de 2016.

COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA DE OCHO GENOTIPOS DEL PASTO AZUCHE EN LA COSTA DE JALISCO

MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF GRASS GENOTYPES AZUCHE EIGHT IN THE COAST OF JALISCO

Mario A. Vega^{1*} Adrián R. Quero², Manuel Silva³ y Raúl Plascencia⁴

^{1}Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), CE Altos de Jalisco, Km 8. Carr. Libre Tepatitlán-L de Moreno, ² Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos km 36.5 Carr. México-Texcoco, Edo. de México. ^{3*}Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) C.E. Tecomán, Km 35, Carr. Manzanillo-Colima. Apdo. Postal 88, CP 28100 Colima. ⁴ (INIFAP) C.E. El verdineño, Km 7.5, Carr. Navarrete-Sauta, Santiago Ixcuintla, Nayarit. *vega.marioantonio@inifap.gob.mx*

Resumen

Para determinar el componente morfológico, en ocho genotipos del pasto azuche, se realizó el trabajo en el Sitio Experimental Costa de Jalisco de INIFAP, a 19° 31' 15" N y 104° 32' 00" O, a 298 msnm, clima Aw₁, temperatura y precipitación media anual de 26.8°C y 1452 mm, respectivamente, el suelo Feozem háplico con ph de 6.1., se trabajó con ocho de los genotipos que mostraron mejor vigor y establecimiento al momento de la siembra, se establecieron con tres repeticiones en parcelas de 2 x 4 m y 2 m de calle, bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones Antes de iniciar el experimento, se cortaron para uniformizar altura, se realizó a 15 cm sobre el nivel del suelo; posteriormente, el corte de forraje se realizó cada 28 días, para lluvias y, cada 42 días para seca. Para determinar la composición morfológica durante cada corte del forraje cosechado, se separó cada componente de la planta en: material muerto, tallo, hoja y espiga, para esto se estableció un cuadro de 0.25 m², donde se cortó el forraje presente a 15 cm de altura, el material cosechado se lavó y secó en estufa de aire forzado por 48 horas a 70°C. Hubo diferencias estadísticas (P<0.05) entre genotipos y época del año siendo el G-13 el cual presentó mayor producción de hojas en ambas épocas del año.

Palabras clave: componente forrajero, manejo, morfología

Abstract

To determine the morphological component, in eight genotypes Azuche grass, work on the Site Experimental Coast Jalisco INIFAP ' "32 N and 104 ° 15' 00" W, at 298 meters above sea level, climate Aw₁ was performed at 19 ° 31', temperature and annual rainfall of 26.8 ° C and 1452 mm, respectively, soil Feozem háplico jit pH of 6.1., worked with eight of the genotypes showed better vigor and property at time of planting, settled with three replications in plots of 2 x 4 m and 2 m of road under a design randomized complete block design with three replications Before starting the experiment, it cut for uniform height, was made at 15 cm above the ground; subsequently cutting fodder was performed every 28 days, for showers and, every 42 days to dry. To determine the morphological composition for each cut of harvested forage, each component of the plant separated: dead material, stem, leaf and ear, for this a picture of 0.25 m², which was cut this feed to 15 cm was established height, the harvested material was washed and dried in a forced air oven for 48 hours at 70 ° C. There were statistical differences (P <0.05) between genotypes and time of year being the G-13 which had higher leaf production in both seasons.

Keywords: forage component, handling, morphology

Introducción

El pasto es un ecosistema muy dinámico con mecanismos y procesos que intervienen en la producción de cosecha y procesamiento de forraje en productos de origen animal (Silva y Sbrissia, 2001). El crecimiento de las plantas está condicionada principalmente para obtener energía a partir de la radiación solar que debe ser interceptado por el área de la hoja y se utiliza en los procesos fotosintéticos (Nabinger & Pontes, 2001).

En el manejo de los forrajes tropicales existen muchos factores que se deben tomar en cuenta para lograr una alta eficiencia en la utilización del pasto producido y la máxima producción animal por unidad de superficie. Esta productividad debe garantizar una alta calidad y persistencia de la pastura en el tiempo y solo se puede obtener con el conocimiento profundo de los aspectos externos e internos de la planta forrajera (morfología y fisiología). El pasto es un panel solar, que mediante la fotosíntesis, produce carbohidratos que permitan el crecimiento de hojas y rebrotes. Estos carbohidratos se almacenan en la base de los tallos, las raíces, los rizomas y los estolones. Algunos de ellos son consumidos durante el pastoreo y mantienen el pasto vivo durante los periodos de estrés. Pero los forrajes prefieren producir hojas nuevas con los carbohidratos elaborados por la hoja viejas, en lugar de remover los que están almacenados (Brink, 2006). El área foliar remanente está compuesta por hojas y tallos, de esta manera el comportamiento de una gramínea frente al pastoreo, está relacionado con el potencial de remplazo del área foliar que la planta tenga (Briske 1996).

Materiales y Métodos

La evaluación se realizó en el Sitio Experimental Costa de Jalisco de INIFAP, localizado entre en el límite de los municipios de La Huerta y Casimiro Castillo, Km 204 de la carretera GuadalajaraBarra de Navidad, a 19° 31' 15" latitud norte y 104° 32' 00" longitud oeste, a una altitud de 298 msnm. El tipo climático al que pertenece es Aw₁ (Ruiz *et al.*, 2003) y la zona térmica es cálida con lluvias en verano, temperatura media anual de 26.8°C, precipitación promedio anual de 1452 mm. El tipo de suelo es Feozem háplico y pH, en los primeros 30 cm, es ligeramente ácido, con 6.1., se trabajó con ocho de los mejores genotipos que mostraron mejor vigor y establecimiento al momento de la siembra, se establecieron en parcelas de 2 x 4 m, con cuatro surcos de cinco plantas cada uno a 50 cm de separación y 2 m entre parcelas, bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Antes de iniciar el experimento, las parcelas se cortaron para uniformizar altura y cada corte experimental, se realizó a 15 cm sobre el nivel del suelo; posteriormente, el corte de forraje se realizó cada 28 y 42 días, para lluvias y seca respectivamente. Para determinar la composición morfológica durante cada corte del forraje cosechado, se separó cada componente de la planta en: material muerto, tallo, hoja y espiga, para esto se estableció un cuadro de 0.25 m², donde se cortó el forraje presente a 15 cm de altura, el material cosechado se lavó y secó en estufa de aire forzado por 48 horas a 70°C.

Resultados y Discusión

El comportamiento morfológico de los pastos se vio influenciada por la época del año (Cuadro 1) se aprecia cómo fue la dinámica del crecimiento para cada componente de la planta, en los materiales evaluados, se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre genotipos y época del año,

mostrando más producción en la época de lluvias, en todos los componentes, a excepción del material muerto; el cual, presentó diferencia en la época seca. Para hoja (Cuadro 1), se observaron diferencias ($P<0.05$) entre genotipos y época del año, siendo mayores G-13 y G-26, con rendimientos que oscilan de 219 a 613 y 167 a 314 kg MS corte⁻¹, en el periodo de evaluación en la época de lluvias; mientras que, para la época seca el G-1 y G-27 presentaron la mayor producción de hoja con 178 a 295 y 147 a 216 kg MS corte⁻¹.

Para tallo, se observaron diferencias ($P<0.05$) entre genotipos (Cuadro 2); de nueva cuenta, el testigo G-13 con 2,287 kg MS ha⁻¹, seguido de G-25 con 1,571 kg MS ha⁻¹ para la época de lluvias y, para la época seca, G-13 y G-4 presentaron mayor producción con 1,170 y 705 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Se observaron diferencias ($P<0.05$), para material muerto (Cuadro 3) entre época y genotipo, presentando mayor materia muerta en seca y lluvias G-25, con 1,019 y 577 kg MS ha⁻¹, siendo superior a todos los demás genotipos.

Hubo diferencia ($P<0.05$), entre genotipos, siendo G-26 presentó más inflorescencias en el segundo corte y G-28 en el tercer corte; por último, G-13 presentó mejor mayor presencia de inflorescencias en la época seca. La época del año afectó la producción de inflorescencias, siendo más productivas en la época de lluvias, esto obedece a que en estas latitudes el pasto azuche presenta su floración en el mes de septiembre y octubre con mayor intensidad que la que la floración que presentan en el mes de febrero y marzo.

Cuadro 1. Rendimiento de hoja en recursos genéticos de Azuche.

G	Componente morfológico hoja (kg MS ha ⁻¹)									
	29/07/13	27/08/13	24/09/13	26/06/14	24/07/14	10/12/13	22/01/14	05/03/14	17/04/14	29/05/14
G-1	245 ^{dNS}	565 ^{abA}	256 ^{bNS}	242 ^{NS}	165 ^{cdNS}	256 ^a	295 ^{ab}	178 ^a	199 ^{NS}	206 ^a
G-4	345 ^{cdNS}	380 ^{bcNS}	235 ^{bA}	240 ^{NS}	140 ^{dNS}	268 ^a	281 ^a	203 ^{ab}	179 ^{NS}	135 ^{ab}
G-9	425 ^{bcA}	274 ^{cNS}	149 ^{cNS}	200 ^{NS}	284 ^{abA}	263 ^{ab}	279 ^a	160 ^a	137 ^{NS}	120 ^{abB}
G-13	565 ^{aA}	613 ^{aA}	341 ^{aA}	219 ^{NS}	351 ^{aA}	327 ^{ab}	386 ^{ab}	172 ^{ab}	211 ^{NS}	65 ^{bB}
G-25	497 ^{abA}	621 ^{aA}	290 ^{abA}	248 ^{NS}	274 ^{abA}	273 ^{ab}	288 ^{ab}	174 ^{ab}	183 ^{NS}	83 ^{bB}
G-26	314 ^{cdNS}	288 ^{cNS}	167 ^{cNS}	197 ^{NS}	300 ^{abA}	241 ^a	226 ^a	197 ^a	190 ^{NS}	77 ^{bB}
G-27	531 ^{aA}	411 ^{abcNS}	168 ^{cNS}	199 ^{NS}	223 ^{bcdNS}	209 ^{ab}	216 ^a	193 ^a	147 ^{NS}	160 ^{ab}
G-28	456 ^{abA}	465 ^{abcNS}	242 ^{bNS}	282 ^{NS}	257 ^{bcA}	248 ^{ab}	283 ^a	208 ^a	148 ^{NS}	94 ^{bB}
EEM	42.7	77.1	19.5	25.3	32.0	42.7	77.1	19.5	25.3	32.0

Las comparaciones son entre época de lluvia y seca para cada columna de izquierda a derecha. Diferente literal minúscula en cada hilera indican diferencia significativa ($P<0.05$). Diferente literal mayúscula en cada columna indican diferencia significativa ($P<0.05$), EEM= Error estándar, las primeras cinco fechas de izquierda a derecha corresponden a la época de lluvias, posteriormente sigue la época seca

Cuadro 2. Producción de tallos en recursos genéticos de Azuche

G	Componente morfológico tallo (kg MS ha ⁻¹)									
	29/07/13	27/08/13	24/09/13	26/06/14	24/07/14	10/12/13	22/01/14	05/03/14	17/04/14	29/05/14
G-1	164 ^{cNS}	624 ^{abNS}	153 ^{bcNS}	162 ^{abA}	170 ^{CA}	261 ^a	358 ^{ab}	154 ^a	36 ^{abB}	17 ^{ab}
G-4	286 ^{bcNS}	327 ^{cNS}	174 ^{b^{cNS}}	144 ^{bA}	163 ^{CA}	276 ^a	235 ^b	129 ^{ab}	40 ^{abB}	25 ^{ab}
G-9	280 ^{bcNS}	365 ^{bcNS}	144 ^{cNS}	64 ^{cdNS}	247 ^{bA}	255 ^a	218 ^b	98 ^{bc}	43 ^{ab}	60 ^{ab}
G-13	592 ^{aA}	686 ^{aNS}	429 ^{aA}	200 ^{aA}	380 ^{aA}	305 ^{aB}	590 ^a	169 ^{aB}	69 ^{aB}	38 ^{aB}
G-25	368 ^{bNS}	564 ^{abcA}	199 ^{bA}	73 ^{cNS}	367 ^{aA}	281 ^a	217 ^{bB}	65 ^{cdB}	43 ^{ab}	41 ^{ab}
G-26	245 ^{bcNS}	359 ^{bcNS}	155 ^{bcA}	54 ^{cdNS}	267 ^{bA}	252 ^a	171 ^b	46 ^{dB}	28 ^b	9 ^{aB}
G-27	222 ^{cNS}	370 ^{bcNS}	169 ^{bcA}	32 ^{dNS}	165 ^{CA}	201 ^a	83 ^b	50 ^{cdB}	19 ^b	34 ^{ab}
G-28	256 ^{bcNS}	332 ^{cNS}	195 ^{bcA}	129 ^{bA}	247 ^{bA}	215 ^a	193 ^b	52 ^{cdB}	46 ^{abB}	12 ^{ab}
EEM	47.2	101.1	17.6	13.3	25.9	47.2	101.1	17.6	13.3	25.9

Las comparaciones son entre época de lluvia y seca para cada columna de izquierda a derecha. Diferente literal minúscula en cada hilera indican diferencia significativa ($P < 0.05$). Diferente literal mayúscula en cada columna indican diferencia significativa ($P < 0.05$). EEM= Error estándar, las primeras cinco fechas de izquierda a derecha corresponden a la época de lluvias, posteriormente sigue la época seca

Cuadro 3. Producción de material muerto en recursos genéticos de Azuche

G	Componente morfológico material muerto (kg MS ha ⁻¹)									
	29/07/13	27/08/13	24/09/13	26/06/14	24/07/14	10/12/13	22/01/14	05/03/14	17/04/14	29/05/14
G-1	176 ^{bNS}	56 ^{bB}	70 ^{aA}	10 ^{aNS}	31 ^{cNS}	168 ^a	166 ^{dA}	41 ^{dB}	19 ^d	23 ^{cd}
G-4	68 ^{cdB}	71 ^{abB}	70 ^{aA}	19 ^{aNS}	33 ^{cNS}	185 ^{aA}	158 ^{eA}	38 ^{dB}	40 ^{cd}	48 ^b
G-9	144 ^{bcNS}	69 ^{abB}	48 ^{aNS}	11 ^{aNS}	63 ^{bNS}	202 ^a	243 ^{bcA}	59 ^d	35 ^{cd}	43 ^{bc}
G-13	307 ^{aA}	23 ^{bB}	53 ^{aNS}	8 ^{aNS}	33 ^{cNS}	180 ^{aB}	150 ^{eA}	41 ^d	29 ^{cd}	30 ^{bcd}
G-25	304 ^{aNS}	128 ^{aB}	64 ^{aB}	20 ^{aNS}	61 ^{abNS}	232 ^a	533 ^{aA}	124 ^{bA}	51 ^{cd}	79 ^a
G-26	76 ^{cdB}	72 ^{abB}	67 ^{aB}	19 ^{aB}	56 ^{abB}	224 ^{aA}	234 ^{bcdA}	119 ^{bA}	174 ^{aA}	86 ^{aA}

G-27	32 ^{dB}	84 ^{abB}	47 ^{aB}	16 ^{aB}	75 ^{aA}	155 ^{aA}	278 ^{bA}	176 ^{aA}	91 ^{bA}	47 ^{bB}
G-28	40 ^{dB}	55 ^{bB}	62 ^{aB}	27 ^{aNS}	51 ^{bCA}	161 ^{aA}	173 ^{cdeA}	92 ^{CA}	57 ^c	14 ^{dB}
EEM	33.6	24.2	9.2	11.8	7.1	33.6	24.2	9.2	11.8	7.1

Las comparaciones son entre época de lluvia y seca para cada columna de izquierda a derecha Diferente literal minúscula en cada hilera indican diferencia significativa (P<0.05). Diferente literal mayúscula en cada columna indican diferencia significativa (P<0.05), EEM= Error estándar, las primeras cinco fechas de izquierda a derecha corresponden a la época de lluvias, posteriormente sigue la época seca

Cuadro 4. Producción de espiga de recursos genéticos de Azuche.

Componente morfológico espiga (Kg MS ha ⁻¹)			
G	27/08/13*	22/01/14**	24/07/14*
G-1	59 ^{bA}	15 ^{bB}	19 ^{eA}
G-4	87 ^{bA}	14 ^{bB}	59 ^{abcA}
G-9	134 ^{aA}	11 ^{bB}	55 ^{bcA}
G-13	0 ^{cB}	126 ^{aA}	42 ^{dA}
G-25	56 ^{bNS}	16 ^b	51 ^{cdA}
G-26	172 ^{aA}	11 ^{bB}	64 ^{abA}
G-27	67 ^{bA}	21 ^{bB}	51 ^{cdA}
G-28	58 ^{bNS}	24 ^b	70 ^{aA}
EEM	14.1	14.1	4.7

Las comparaciones son entre época de lluvia y seca para cada columna de izquierda a derecha Diferente literal minúscula en cada hilera indican diferencia significativa (P<0.05). Diferente literal mayúscula en cada columna indican diferencia significativa (P<0.05), EEM= Error estándar, las primeras cinco fechas de izquierda a derecha corresponden a la época de lluvias, posteriormente sigue la época seca

Conclusiones

El pasto azuche es una alternativa forrajera de buena calidad, que presenta diferente crecimiento de acuerdo a la época del año, donde se pudo apreciar que en la época seca mantiene producción de hoja y es cuando más necesidad de forraje existe.

El G-13 es uno de los materiales que mejor comportamiento forrajero ha mostrado ya que fue el que aporta mayor producción del componente hoja en ambas épocas del año.

Es importante dejar un residuo adecuado de pasto en el potrero, luego de cada pastoreo, que garantice la acumulación de reservas. Este residuo varía dependiendo de la morfología de la especie.

Literatura citada

- Brink G. 2006 A quick lesson in plant structure, growth and regrowth for pasture-based dairy systems. US. Dairy Forage Research Center, USDA, Madison, Wisconsin. 2p.
- Briske, D.D. Boutton, T.W. and Wang, Z. 1996. Contribution of flexible allocation priorities to herbivore tolerance in C4 perennial grasses: an evaluation with 13 Clabelling. *Oecologia*. 105:151-159.
- Nabinger, C. Pontes L.S. 2001. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 38., 2001, Piracicaba. Anais. Piracicaba: SBZ, 2001., p.755-771.
- 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 nº 2. 172p.
- Silvia S.C. da; Sbrissia, A.F. A. 2001. Planta forrageira no sistema de produção. In: Simposio sobre manejo da pastagem, 17., 2001, piracicaba. Anais. Piracicaba; Fealq, 2001. P 71-88.

EFEECTO LA FRECUENCIA DE CORTE SOBRE LA CALIDAD DE LEGUMINOSAS TROPICALES DURANTE EL ESTIAJE

EFFECT OF CUT FREQUENCY ON THE QUALITY OF TROPICAL LEGUMES DURING DRY SEASON

Manuel Silva^{1*}, José O. Enríquez², Adrián R. Quero³ Mario A. Vega⁴ y Sergio I. Mendoza⁵.

¹Sitio Experimental Costa de Jalisco-INIFAP, ²CUCSur-Universidad de Guadalajara, ³Campus Montecillo-Colegio de Postgraduados, ⁴Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-INIFAP y ⁵Departamento de Zootecnia Universidad Autónoma de Chapingo.

Resumen

Se realizó un trabajo en el Sitio Experimental Costa de Jalisco del INIFAP, el objetivo fue determinar la calidad nutritiva de tres leguminosas en diferentes edades de rebrote, durante la época de mínima precipitación las leguminosas tropicales arbustivas de un año de edad, sembradas a un metro entre surco y plantas. Se realizó un corte de uniformidad en la época de mínima precipitación y a los 15, 30, 45, 60 y 75 días se cortó el forraje consumible de 20 plantas. Se tomó una muestra de cada fecha de corte para su análisis en laboratorio, se determinó PC, FC y DIMS. Los resultados encontrados muestran que la *Leucaena* o guaje tiene mayor PC (25.9 y 21.5%) y DIMS que la leguminosa introducida *Cratylia* mostro las menores DIMS (57.4 y 50). Las leguminosas mostraron valores muy aceptables de calidad nutritiva durante la época de mínima precipitación, por lo que representan un potencial para su empleo en la alimentación animal en las unidades de producción del occidente del país. Las leguminosas nativas de trópico mexicano como *Leucaena leucocephala* y *Coursetia Glandulosa*, presentaron mejores características nutricionales que la introducida. **Palabras claves:** leguminosas, Proteína Cruda y fechas de corte.

Introducción

La actividad ganadera tiene un impacto ecológico negativo, se considera la más importante del sector agropecuario y forestal, debido a la deforestación irracional y a la conversión de estas áreas en praderas y agostaderos, lo que representa el cambio más importante en el uso del suelo en América Tropical en los últimos 60 años. El 77% de dicha zona está hoy, cubierta de praderas y

pastizales. A lo anterior, se suma que el 51.3% del territorio mexicano, se encuentran en severo estado de degradación debido al manejo inadecuado (Cardoza *et al.* 2006). La ganadería tropical, enfrenta un problema de producción, teniendo grandes extensiones de tierra, pero muy poca variedad de especies forrajeras valiosas. La variación en la calidad y disponibilidad de forraje, representa problemas que están afectando la productividad de la ganadería tropical, donde los sistemas de producción se basan en praderas de gramíneas con alto contenido de fibra (más del 60%) y bajo contenido de proteína (menos del 10%), asociado a un exceso de forraje durante la época de lluvias y baja disponibilidad en la época de secas (Juárez *et al.*, 2004). Específicamente, en el trópico mexicano, donde existen de cuatro a cinco meses de lluvia y siete u ocho meses de estiaje, estas variaciones ocasionan una producción de forraje estacional e insuficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de los animales, causando en estos, ciclos de ganancia y pérdida de peso o defunción de los animales, lo que repercute en un déficit en la producción animal.

Una alternativa a este tipo de deficiencias de carácter productivo y con repercusiones sobre el ambiente es emplear leguminosas como banco de proteína o en asociación con gramíneas. Ya que como es sabido las leguminosas tiene beneficios biológicos y ecológicos como control de erosión de suelo, producción de leña, cortina rompe vientos y fijación de nitrógeno natural para el suelo, por las asociaciones microbianas propias). Éstas tienen alto contenido de proteína (14% a 28%) y menor contenido de fibra (<40%) aumentando la apetencia de éstas y, por consiguiente, mayor consumo voluntario (Lazcano y Ávila, 1991). La gran mayoría de las leguminosas y otros árboles y arbustos tropicales son nativos del trópico mexicano y pueden ser usados para la alimentación animal buscando la sustentabilidad de los sistemas sin deteriorar más el entorno ecológico. Considerando que se tienen un gran número de leguminosas se decidió realizar este trabajo, en donde el objetivo fue determinar la calidad nutritiva de tres leguminosas en diferentes edades de rebrote, durante la época de mínima precipitación.

Materiales y Métodos

El trabajo de campo tuvo lugar en el Sitio Experimental Costa de Jalisco del INIFAP, el cual se localiza en el municipio de La Huerta, Jalisco a los 19° 31' 15" de latitud norte y 104° 32' 00" de longitud oeste, a 298 msnm. El tipo climático es Aw1, precipitación promedio de 1452 mm y temperatura media de 25°C. Suelo tipo Feozen háplico, con pH de 6.1. con lluvias en verano Ruiz *et al.*, 2003. Se utilizaron tres leguminosas arbustivas, dos originarias de México como son: Leucaena o Guaje (*Leucaena leucocephala* cv. *Peruana*) y Varalcalde o Zamota (*Coursetia glandulosa*), y una introducida de Brasil y Colombia: Cratylia (*Cratylia argentea*) cv. Veranera, las cuales tienen una edad de un año de establecidas, están sembradas a un metro entre surco y plantas, con una densidad de 10,000 plantas/ha. El experimento inicio con un corte de uniformidad a cien plantas de cada leguminosa dos meses después del inicio de la época de mínima precipitación, (en enero) y posteriormente cada 15 días se cortó todo el rebrote o forraje consumible de 20 plantas se pesaron por separado para determinar las variables de forraje verde y seco producido/planta, este procedimiento se realizó a los 15, 30, 45, 60 y 75 días, teniendo así 5 fechas de corte. Las muestras obtenidas se secaron a la intemperie (por la mañana se colocaban las bolsas con el material vegetativo sobre piso de cemento), pesándose hasta obtener peso constante, una vez secas, por diferencia de peso se determinó el contenido de materia seca (CMS). Se tomó una submuestra de cada fecha de corte para procesar las determinaciones las variables: proteína cruda (PC) y fibra cruda (FC) en el laboratorio del Centro universitario del Sur de Jalisco (CUSur) de la

Universidad de Guadalajara de acuerdo a la metodología descrita por AOAC, 1990, mientras que en el laboratorio de la Universidad Autónoma de Chapingo se hizo la Digestibilidad *In vitro* de la Materia Seca (DIMS). El diseño experimental fue bloques al azar, y los resultados obtenidos fueron analizados a través del paquete estadístico SAS (2004), mediante el modelo general lineal Proc GLM. Asimismo, se realizó la comparación de medias a través de Tukey ($P < 0.05$).

Resultados y Discusión

En la figura uno, se muestra los resultados obtenidos del contenido de Materia Seca (%), de las tres leguminosas cortadas en diferentes edades en la época seca, donde no se observó diferencia significativa entre especies. Pero si entre fechas de corte ($P > 0.05$), y los valores medios de MS fluctuaron desde 20.6 a los 15 días hasta 37.1 a los 75 días en Varascalde o Zamota, mientras que *Cratylia* alcanzo contenidos de MS de 25.7 en el segundo corte (30 días) y llego solo a 33.1 en la edad de 45 días, mientras que en *Leucaena* los contenidos de MS oscilaron entre 20.1 y 36.8% en el primero y ultimo corte respectivamente.

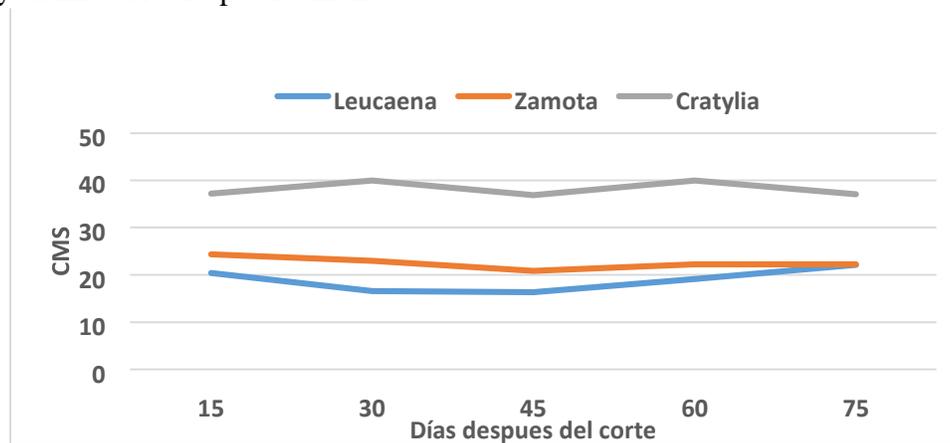


Figura 1. CMS (%) de tres leguminosas en época de mínima precipitación en la costa de Jalisco, Mex.

En la figura dos se indican los valores de Proteína Cruda (PC) de las tres especies y la edad de corte, mostrando que no existe significancia estadística ($P > 0.05$) al comparar las cinco edades de corte, de las tres leguminosas evaluadas, sin embargo, si hubo diferencia estadística entre leguminosas ($P < 0.05$) como se aprecia en la figura que *leucaena* siempre manifestó mayores valores de proteína que las otras dos leguminosas evaluadas (9 y 4 unidades de diferencia en el primero y ultimo corte respectivamente). Así mismo, se observó que el mayor contenido de PC fue en *Leucaena* a la edad de 15 días del corte, con un valor de 25.9 %, mientras que a 75 días solo 21.5%, mientras que las leguminosas *Zamota* y *Cratylia* fueron iguales estadísticamente con un promedio de 16.4 % y 15.80 % de PC, respectivamente. En esta figura se aprecia también que el contenido de PC de *Leucaena* decreció 4.4 unidades con la edad de corte, este comportamiento es el esperado de acuerdo a la edad de las plantas, sin embargo, en las otras dos leguminosas ocurrió lo contrario al aumentar la edad de las plantas se incrementó el contenido de proteína hasta 3.6 unidades de diferencia, al parecer se aprecia cierta concordancia con los valores obtenidos en CMS.

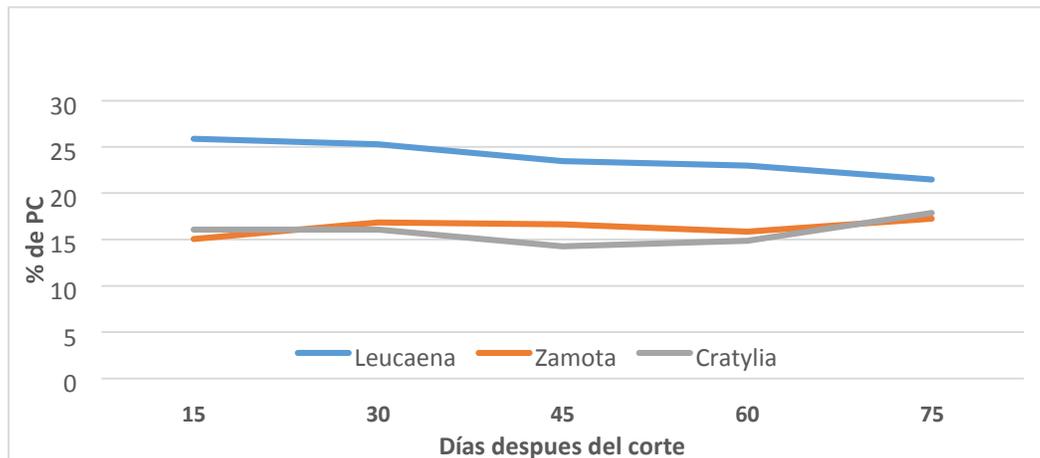


Figura 2. Contenido de PC de tres leguminosas en diferentes edades de corte en la época seca en la costa de Jalisco, Mex.

Los resultados del contenido de Fibra Cruda (FC) de las tres leguminosas, el análisis realizado indicó que existe significancia estadística en la comparación entre estas ($P < 0.05$), en la figura tres se observa que en la especie *Cratylia* contiene mayor FC en todas las edades con una media de 38.2 %, mientras que en las especies *Zamota* y *Leucaena* los contenidos de FC fueron similares, ya que los valores obtenidos de FC fueron de 22.6 y 18.8 % respectivamente. Cuando se analizó el contenido de FC en los diferentes cortes se encontró que las edades de corte, no mostraron significancia estadística, ($P > 0.05$) y en la misma figura tres se observa que los menores contenidos encontrados de FC en las tres leguminosas fueron a la edad de 45 días después del corte con valores de 16.4 en *Leucaena*, 20.9 en *Zamota* y 36.9.

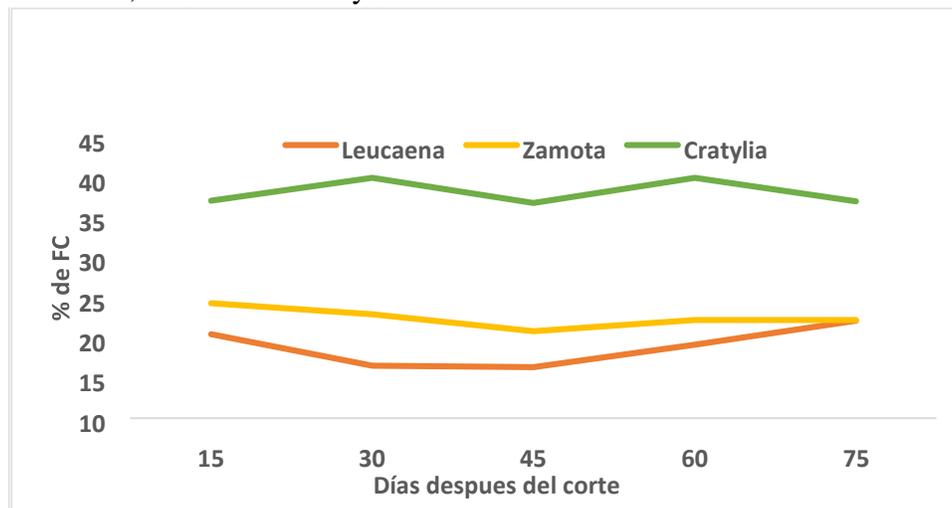


Figura 3. Contenido de FC, en cinco edades de corte en tres leguminosas en época de mínima precipitación.

En la figura cuatro se muestran los resultados de la variable de Digestibilidad in Vitro de la Materia Seca (DIVMS), exponiendo no se encontró significancia ($P > 0.05$) en las fechas de corte de las tres

leguminosas evaluadas, mientras que, si hubo diferencia estadística entre leguminosas ($P < 0.05$) observándose los valores medios de 75.2% en el primer corte, mientras que en el último corte solo alcanzo un 62.5 de DIVMS, mostrando una tendencia de disminución de 12.7 unidades entre los cortes mencionados, sin embargo se puede apreciar en la misma figura que la *Leucaena* alcanzo la mayor DIMS en todos los cortes respecto a las otras dos leguminosas, ya que los valores encontrados en las determinaciones de laboratorio fluctuaron entre 72 y 65.8 en Zamota y en la *Cratylia* se encontraron las menores DIVMS con 57.4 y 50. En la misma figura se aprecia solo en *Leucaena* se mostró una tendencia a disminución de DIMS conforme se incrementó la edad de corte de la plantas.

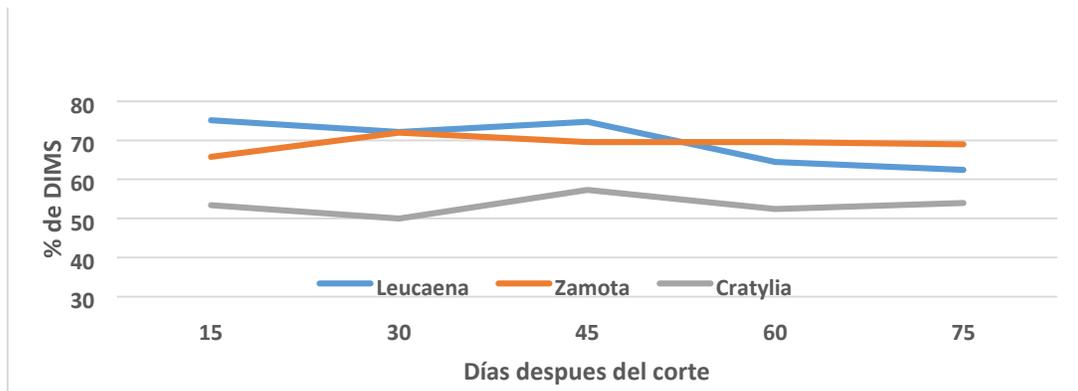


Figura 4. DIMS en cinco edades de corte en tres leguminosas en época de mínima precipitación.

Conclusiones

Después de realizar este trabajo bajo las condiciones agroclimáticas del Sitio Experimental Costa de Jalisco, se concluye que las leguminosas evaluadas, presentaron muy buen desarrollo y valores muy aceptables de calidad nutritiva durante la época de mínima precipitación, por lo que representan un potencial para su empleo en la alimentación animal en las unidades de producción del occidente del país.

Las leguminosas nativas del trópico mexicano como *Leucaena leucocephala* y *Coursetia glandulosa*, presentaron mejores características nutricionales que alguna especie introducida, aprovechando así los recursos disponibles y adaptados a esta región.

Literatura Citada

- Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Vol. 1 15th Ed. Assoc. Offic. Anal. Chem. Washington, D. C. pp
- Cardoza V R., F L Cuevas., C S J García., H J A Guerrero., O J C González., M H Hernández. 2006. Protección, restauración y conservación de suelos forestales, manual de obras y prácticas, Consejo Nacional Forestal, 2da edición, pp. 11-17.
- Juárez L I., L F Montero. M J Alpirez., J E Contreras. Canudas L. 2004. Evaluación nutricional de leguminosas tropicales para bovinos de doble propósito. XVII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Veracruz, Ver. México, pp. 3-6.
- Lascano C. E. y P Ávila. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Pasturas Tropicales Vol. 13(3) pp. 2-10.



- 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 edafoclimáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Jalisco. INIFAP. Libro técnico n° 2. 172 p.
- Statistical Analysis System SAS. 2004. Institute Inc. SAS/STAT 9.1. User's Guide Cary, NC: SAS Institute Inc. Cary, N.C., USA.

**FERTILIZACIÓN PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PASTO BANDERITA
(*Bouteloua curtipendula*) EN CONDICIONES DE RIEGO**
**FERTILIZATION TO PRODUCE SIDEOATS GRAMA SEED (*Bouteloua curtipendula*) IN
IRRIGATION CONDITIONS**

Mauricio Velázquez-Martínez¹, Francisco Santiago-Hernández¹, Héctor Guillermo GámezVázquez, José Francisco Cervantes-Becerra¹.

¹Campo Experimentan San Luis-INIFAP. velazquez.mauricio@inifap.gob.mx

Resumen

Actualmente en México la producción de semilla de pastos para zonas áridas de temporal es insipiente, sin embargo, ha empezado la demanda de tecnología para producción de semilla, para satisfacer la demanda del mercado. El objetivo fue evaluar la producción de semilla con cinco dosis de fertilización a base de nitrógeno y fosforo (N-P-K-) dividida en dos aplicaciones, en crecimiento y a antesis del pasto Banderita, los tratamientos fueron 1) 120-60-00: 60-60-00 y 60-00-00; 2) 16060-00: 80-60-00 y 80-00-00; 3) 160-60-00: 60-60-00 y 100-00-00; 4) 160-00-00: 100-00-00 y 6000-00; y 5) 80-60-00: 40-60-00 y 40-00-00; se aplicaron al azar en cinco repeticiones y el uno se consideró como testigo. El estudio se realizó en el Campo Experimental San Luis del INIFAP, en Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.; a altitud de 1838 msnm, temperaturas medias máxima 25.8°C y mínima 8.7°C, precipitación de 214 mm, en el 2016. Se aplicaron tres riegos por gravedad de 100 mm cada uno. Los datos de la semilla cosechada en agosto 2016, se analizaron con GLM del SAS y prueba de Tukey. Hubo diferencia en el tratamiento tres de fertilización, el cual produjo más semilla que el tratamiento dos (1,305 vs 990 kg·ha⁻¹; p<0.05). En la producción de forraje no se observaron diferencias (promedio de 4,557 kg de MS ha⁻¹; p>0.05). El pasto Banderita con dos aplicaciones de fertilización en su etapa vegetativa (60-60-00 y 100-00-00), respondió a la dosis con mayor cantidad de nitrógeno a inicios de floración, incrementando su producción de semilla.

Palabras clave: Producción, semilla, forraje, riego.

Introducción

La resiembra de pastizales es una de las mejores opciones para recuperar agostaderos degradados y evitar la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica en las zonas semiáridas. En México existe demanda de tecnología en materia de recursos genéticos de especies forrajeras, ya que cerca del 90 % de las semillas forrajeras son importadas a un costo elevado (Ramos y Espinoza, 1999). La

disponibilidad, la calidad y el costo de la semilla, son las principales limitantes para realizar una recuperación o establecimiento de pradera. Actualmente en México la producción de semilla de pastos para zonas áridas de temporal es insipiente, sin embargo, ha empezado la demanda de tecnología para la producción de semilla de pastos, para satisfacer la demanda del mercado. Afortunadamente, existe el potencial para la producción de semilla, en el INIFAP Campo Experimental San Luis se han establecido lotes de producción con especies evaluadas y mejoradas, como el caso de *Bouteloua curtipendula* variedad Diana. Al producir semilla de esta especie, se garantiza por ser nativa, la obtención de semilla de calidad y un mejor establecimiento, persistencia y adaptación a las condiciones de la región (Morales y Melgoza, 2010), además, ecológicamente es recomendable establecer pastos nativos, especialmente banderita por su gran diversidad en México (Morales *et al.*, 2009). El pasto Banderita es una de las especies nativas más importante y utilizada en la rehabilitación de los agostaderos por su alta producción y calidad de forraje (Beltrán *et al.*, 2013). Ante esta situación y con la finalidad de conocer la fertilización adecuada para producir semilla, es necesario acotar las mejores prácticas de fertilización. El objetivo del trabajo fue evaluar la producción de semilla con cinco tratamientos de fertilización aplicados en dos etapas, en crecimiento y a antesis, del pasto Banderita (*Bouteloua curtipendula*) en la zona del Altiplano de San Luis Potosí.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Campo Experimental San Luis del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., localizado en las coordenadas 22° 13' 45.78" N y 100° 51' 01.54" O a una altitud de 1838 msnm, con temperaturas del año 2016 medias máxima 25.8°C y mínima 8.7°C y precipitación total de 214 mm en el 2016. El tipo de suelo se clasifica como Feozem, de textura franco arcillo arenosa.

Se evaluaron cinco tratamientos de fertilización a base de nitrógeno y fósforo (Cuadro 1) en el pasto Banderita Diana. Se utilizó fertilizante UREA (46-00-00) y fósforo monoamónico (MAP 1152-00) granulado. La parcela experimental se estableció en el año 2014, siembra en surcos, con separación entre surcos de 0.82 m y densidad de seis macollos por m². La parcela experimental se chapoleo en febrero de 2016 y se sacó todo el forraje seco del año 2015. Los tratamientos de fertilización se iniciaron en el 2016; el tratamiento uno se consideró como testigo, por ser el que se ha utilizado y recomendado para producción de semilla (Beltrán *et al.*, 2007). Se empleó un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones (bloques) que contenían a todos los tratamientos al azar. La unidad experimental para cada tratamiento fue de 246 m², en cada unidad experimental se tomaron dos muestras en la parcela útil (82 m²). Se aplicaron tres riegos por gravedad de 100 mm cada uno (una en abril, dos en junio a inicio y final del mes), cuando las plantas estaban marchitas con hojas verde y ligeramente enrolladas en la parte extrema. Las dosis de fertilización se aplicaron en el segundo y tercer riego. La primera aplicación de fertilizante fue cuando el pasto tenía entre 25-30 cm de altura. La segunda dosis de fertilización se aplicó considerando el inicio de floración (de 3 a 5%).

La semilla fue cosechada en agosto 2016, cortando las espigas y posteriormente obtenido la semilla (unidades de dispersión, para el caso de Banderita espiguillas o ramillas) de forma manual. En el mismo lugar de muestreo se tomaron muestras de forraje para estimar la producción de materia seca por hectárea. Cada muestra comprendió 1.64 m². 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 ($\alpha = 0.05$).

Resultado y Discusión

Se observó diferencia en la producción de semilla. En pasto Banderita el tratamiento tres de fertilización produjo más semilla que el tratamiento dos (1,305 vs 990 kg ha⁻¹; $p < 0.05$), sin embargo, el resultado del tratamiento tres fue similar al tratamiento uno, cuatro y cinco (Cuadro 1). Respecto al tratamiento uno (testigo 120-60-00) el promedio de producción de semilla fue similar al tratamiento tres, pero superado en 23.4% más semilla. En la producción de forraje no se observaron diferencias ($p > 0.05$), el promedio general fue 4,557 kg de MS ha⁻¹. La producción de forraje en condiciones de riego fue menor a la reportada por Beltrán *et al.*, (2013) en la misma variedad, varió entre 6.12 a 9.85 Ton de MS ha⁻¹; y mayor a lo obtenido por Sáenz-Flores *et al.* (2015), de 2,286 a 2,813 kg de MS ha⁻¹ con diferente dosis de fertilización, correspondiendo la mayor producción a la dosis de fertilización 120-60-00.

La producción de semilla de Banderita fue mayor a la obtenida por Beltrán *et al.*, (2007) en condiciones de riego (promedio de cinco años 743.3 kg ha⁻¹), utilizando dosis de fertilización 12060-00 (N-P-K). Así mismo Sáenz-Flores *et al.* (2015), reportaron producciones de 707 kg·ha⁻¹ y 549 kg·ha⁻¹ con riego de aspersión y dosis de fertilizante de 120-60-00 (N-P-K) y uno de liberación lenta con la fórmula 24-06-12, respectivamente. Es importante destacar que la literatura citada no indica la cantidad de macollos establecidos por hectárea, los cuales están directamente relacionados con la cantidad de semilla que se pueda producir, en el presente trabajo se tuvieron seis macollos por metro cuadrado. Como era de esperarse, la cantidad y disponibilidad del nitrógeno en cierta etapa del crecimiento del pasto Banderita influyo en la producción de semilla.

Cuadro 1. Producción de semilla y forraje del pasto Banderita con cinco tratamientos de fertilización a base de nitrógeno y fosforo, en condición de riego.

Tratamientos	Dosis total N - P - K	1er aplicación N - P - K	2da aplicación N - P - K	MS Kg ha ⁻¹	Semilla Kg ha ⁻¹
1	120 - 60 - 00	60 - 60 - 00	60 - 00 - 00	4408.5 ^a	1057.9 ^{ab}
2	160 - 60 - 00	80 - 60 - 00	80 - 00 - 00	3975.6 ^a	990.6 ^b
3	160 - 60 - 00	60 - 60 - 00	100 - 00 - 00	4768.3 ^a	1305.1 ^a
4	160 - 00 - 00	100 - 00 - 00	60 - 00 - 00	4695.1 ^a	1067.1 ^{ab}
5	80 - 60 - 00	40 - 60 - 00	40 - 00 - 00	4939.0 ^a	1101.3 ^{ab}

^{a, b}: medias con literales distintas en cada columna son diferentes ($p < 0.05$).

Conclusión

El pasto Banderita en el Altiplano de San Luis Potosí, responde a dosis de fertilización (160-6000) repartida en dos aplicaciones de su etapa vegetativa, aplicando mayor cantidad de nitrógeno a inicios de floración, para garantiza 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., Gámez, V.H.G. 2013. "Banderilla Diana" *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. Rev. Mex. Cienc. Pecuarias, vol. 4 (2): 217-221.
- Beltrán, L.S., Loredó, O.C., Núñez, Q.T., González, E.L.A., García, D.C.A., Hernández, A.J.A., Urrutia, M.J., Gámez, V.H.G. 2007. Navajita Cecilia y Banderilla Diana pastos nativos sobresalientes para el Altiplano de San Luis Potosí (Establecimiento y Producción de semilla). INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. Folleto Técnico No. 33. San Luis Potosí, S. L. P. México 38 p.
- Morales, N.C.R., Quero, C.A., Melgoza, C.A., Martínez, S.M., Jurado, G.P. 2009. Diversidad forrajera del pasto banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México. Tec Pecu Méx 2009; 47(3):231-244
- Morales, N.C. y Melgoza A. 2010. Características productivas de zacates forrajeros importantes en el norte de México. INIFAP-SAGARPA. Folleto técnico 28, 51 p.
- Ramos, J.L. y Espinoza J.M. 1999. Proyecto nacional de producción de semillas forrajeras. S.E. Pabellón. INIFAP-CIRNOC. Desplegable Informativo. 7.
- Sáenz-Flores, E., Saucedo-Terán, R.A., Morales-Nieto, C.R., Jurado-Guerra, P., Lara-Macías, C.R., Melgoza-Castillo, A., Ortega-Gutiérrez, J.A. 2015. Producción y calidad de semilla de pastos forrajeros como respuesta a la fertilización en Aldama, Chihuahua. Tecnociencia, 9 (2): 11-118.
- SAS/STAT. 2010. Statistical Analysis System for windows. Version 9.3. SAS Institute Inc., Campus Drive, Cary, North Carolina 27513.