

# **NUTRICION Y EMISION DE GASES DE INVERNADERO**

## VALOR NUTRITIVO Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE KING GRASS CT-115 Y CT-169 (*PENNISETUM PURPUREUM* X *P. THYPHOIDES*) A DIFERENTES EDADES DE CORTE.

### NUTRITIVE VALUE AND FORAGE YIELD OF KING GRASS CT-115 AND CT-169 (*PENNISETUM PURPUREUM* X *P. THYPHOIDES*) AT DIFFERENT CUT AGES.

Silva-Patiño A.V.<sup>2</sup>, Flores-Morales E<sup>1</sup>, Gamboa-Alvarado J.G<sup>1</sup>, Magaña-Sevilla H.F<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Profesores investigadores UMAR-Campus Pto. Esc., <sup>2</sup>Alumno Tesista Lic. Zootecnia, <sup>3</sup>Profesor investigador Instituto Tecnológico de Conkal.

Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Km 2.5 carretera a Oaxaca vía Sola de Vega, CP. 71980, Oaxaca, México. E-mail: fmeliud@zicatela.umar.mx

### RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Campo Experimental de la Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, con el propósito de conocer la edad a corte óptima, así como la producción de forraje y valor nutritivo de dos variedades de pasto King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum thyphoides*), CT-115 y CT-169; en tres intervalos de corte (30, 60 y 90 días). Las pruebas para determinar Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA) y Extracto Etéreo (EE) fueron realizadas en el laboratorio de suelo-agua-planta del Instituto Tecnológico de Conkal. La producción de Materia Verde (MV), Materia Seca (MS), de hojas y tallos, la relación hoja:tallo su contenido de PC, FDN, FDA, EE fue comparada dentro y entre especies en un diseño factorial con arreglo completamente al azar de 2x3 donde el primer factor fue la variedad de pasto (CT-115 y CT-169) y el segundo factor fueron los intervalos de corte (30, 60 y 90 días), con estos resultados se realizó un análisis de varianza a través del procedimiento GLM del SAS 9.0. Los resultados indican que la variedad CT-115 produjo mayor cantidad de biomasa en toneladas de MS ha<sup>-1</sup>, comparado con el CT-169, en los tres intervalos de corte (1.24, 17.7, 22.7; 0.92, 8.1, 11.4) respectivamente, con menor contenido de FDN y FDA, indicando mejor adaptación a las condiciones del estudio, también presentó crecimiento sostenido hasta los dos meses manteniendo estable su contenido nutricional hasta los 90 días. Sin embargo, el contenido de PC y de EE fue mayor para la variedad CT-169. Para los dos variedades el contenido de PC disminuye conforme avanza la edad de corte, en contra parte con el contenido de FDN y FDA que aumentan conforme aumenta la madurez de la planta. El contenido de EE se mantiene estable sin mostrar cambios entre intervalos de corte. El cultivar CT-169 sigue aumentando la producción después de los 60 días. Concluyendo que el CT-115 produce mayor biomasa y de mejor calidad que el CT-169 bajo las condiciones de la prueba.

**Palabras claves:** *pennisetum* sp., CT-115, CT-169, valor nutritivo.

## ABSTRACT

This study was conducted at the experimental field at the Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, in order to determine the optimal cutting age, forage yield and nutritive value of two varieties of King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum thyphoides*), CT-115 and CT-169, in three cutting intervals (30, 60 and 90 days). Testing to determine crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and Ether extract (EE) were made in the laboratory soil-water-plant at the Instituto Tecnológico of conkal. The production of green matter (GM), dry matter (DM) of leaves and stems, the leaf to stem ratio of PC content, NDF, ADF and EE was compared within and between species in a factorial design completely under 2x3 random where the first factor was the variety of grass (CT-115 or CT-169) and the second factor was the cutting intervals (30, 60 and 90 days), with these results we performed an analysis of variance through the GLM procedure of SAS 9.0. The results indicate that CT-115 variety produced higher amount of biomass in tonnes DM ha<sup>-1</sup>, compared with the CT-169 in the three cutting intervals (1.24, 17.7, 22.7; 0.92, 8.1, 11.4) respectively, with lower content of NDF and ADF, indicating better adaptation to the conditions of the study, also presented steady growth until two months while maintaining their nutritional content stable up to 90 days. However, the contents of PC and EE was higher for CT-169 variety. For both varieties the CP content decreased with increasing age cutoff, against part with the contents of NDF and ADF to increase with increasing plant maturity. The content of EE is stable showing no change between cutting intervals. The cultivar CT-169 continues to increase production after 60 days. We conclude that CT-115 produces greater biomass and higher quality than the CT-169 under the test conditions.

## INTRODUCCIÓN

El recurso forrajero es fundamental para la alimentación del ganado en las unidades de producción de doble propósito en el trópico del país. La introducción de nuevas especies ha sido acompañada por la aplicación de diferentes sistemas de utilización de forrajes (Dios-Vallejo 2001). Dos factores que afectan la calidad y uso de los forrajes son la especie y la madurez (Arthington & Brown 2005). La creciente disponibilidad de especies forrajeras de mayor adaptación y producción, ha permitido que el sector ganadero incrementa progresivamente las áreas con pastos mejorados en sus fincas (Argel 2006). Por esto es importante conocer las especies o variedades con mayor potencial de producción, así como las prácticas adecuadas para su establecimiento, manejo y producción (Koppel-Rizo *et al.* 2002); para determinar las ventajas y desventajas que posee cada pasto. Las diferentes variedades de *Pennisetum purpureum* han demostrado una gran producción de materia seca (t ha<sup>-1</sup> de MS) (King grass 15.3, Taiwán 13.9, Gigante 12.2, Camerún 6.9, Enano 4.7) (Araya-Mora & Boschini-Figueroa 2005). Con la reciente introducción al estado de Oaxaca de las variedades CT-115 y CT-169, se tiene la necesidad de evaluar sus características tanto de adaptación como nutritivas, bajo diferentes condiciones de la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron parcelas con material vegetativo de las variedades CT-115 y CT-169, en el campo experimental de la Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, localizado en el kilómetro 128.1 de la carretera federal Pinotepa Nacional-Puerto Escondido, a 15° 55' 23.1" latitud norte y 97° 09' 05" longitud oeste, con una elevación de 12 msnm. Los rangos de temperatura varían de 19.9°C a 27.2°C, con un rango de precipitación pluvial de 731.9 a 2,054 mm (Serrano-Altamirano *et al.* 2005), el clima en esta región es A(w) (García 1988). Para el establecimiento de las parcelas experimentales se realizaron los métodos agronómicos de barbecho y siembra del material vegetativo, los surcos de 1 m de ancho y la distancia entre plantas fue de 0.50 m, se dieron riegos auxiliares durante su establecimiento, sin fertilización. El forraje se cortó a una altura de 5 cm, con una variación de 30 días, empezando con el primer corte a los 30 días y el último a los 90 días, teniendo al final tres etapas de cortes (30, 60 y 90 días), el total de la producción de Materia Verde (MV) se pesó en una báscula Tor-Rey modelo EQB-100/200. Se seleccionaron cuatro plantas de cada variedad y se separó la hoja de los tallos, para pesarlas individualmente. Se tomaron 20 muestras de hojas (100 g c/u) y 20 de tallos (50 g C/U) y se determinó la Materia Seca (MS) utilizando la estufa de aire forzado LAB-LINE Mod. 35L6M a 80 °C, por 48 horas según Martínez *et al.* (1989). Posteriormente las muestras se procesaron en el molino IKA-WERKE Mod. MF10, utilizando dos cribas de 1 mm y de 2 mm. Parte de las muestras de pasto que se procesaron en la estufa de aire forzado, se guardaron en bolsas de papel, previamente etiquetadas y selladas en bolsas plásticas y fueron enviadas al Instituto Tecnológico de Conkal para el análisis de Proteína Cruda (PC), Fibra detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA) y Extracto Etéreo (EE). La (PC) se determinó por el método micro-kjendahl, la FDN y FDA se determinaron por el método de Van Soest y la determinación de EE se realizó mediante un extractor Soxhlet. Se utilizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial de 2 x 3, el primer factor para las dos variedades del pasto King grass (CT-115 y CT-169), y el segundo factor, tres intervalos de corte (30, 60 y 90 días).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Materia Seca

La producción de MS de las dos variedades se encuentra en el cuadro uno, en este se pueden distinguir los valores promedio del porcentaje de MS en los tres cortes, nos damos cuenta que conforme aumenta la edad de corte, la MS aumenta. Este proceso es dado por la cantidad de nutrientes y minerales que va adquiriendo la planta conforme a la edad ya que la cantidad de humedad disminuye, esto es importante para la conservación de forrajes y para la formulación de dietas.

Cuadro 1.- Producción de MS, MV y relación hoja:tallo de CT-115 y CT-169 en tres intervalos de corte.

VARIEDAD		INTERVALOS DE CORTE (DÍAS)					
		30		60		90	
		Media	DE	Media	DE	Media	DE
CT-115	MV (kg)	0.873 <sup>a</sup>	0.26	8.49 <sup>b</sup>	2.75	7.86 <sup>b</sup>	2.29
	MS%	14.2 <sup>a</sup>	2.02	17.58	2.6	25.60 <sup>b</sup>	0.64
	Hoja MS%	17.70	0.58	31.46	0.71	52.27	3.36
	Tallo MS%	26.90	0.01	12.66	0.74	20.25	3.25
	Relación hoja:tallo	1.50 <sup>a</sup>		0.88		0.52	
CT-169	MV (kg)	0.711 <sup>a</sup>	0.18	3.16 <sup>b</sup>	0.58	4.85 <sup>b</sup>	1.78
	MS%	13 <sup>a</sup>	1.17	18.65 <sup>b</sup>	3.02	30.79 <sup>b</sup>	0.41
	Hoja MS%	15.84	0.77	29.48	0.43	53.06	1.35
	Tallo MS%	24.50	0.47	14.32	1.25	25.06	6.12
	Relación hoja:tallo	1.63 <sup>a</sup>		0.83		0.52	

Literales diferentes en la misma línea, indican diferencias estadísticas (Tukey P<0.05)

### Producción de Materia Verde (MV) por hectárea

La producción de MV por hectárea nos da una idea de que realmente el CT-115 en esta zona representa una gran oportunidad para producir una mayor cantidad de forraje que algún otra especie durante la época de sequías, en el cuadro dos representa la producción por hectárea donde el CT-115 llega a producir a los 30 días ocho toneladas de materia verde mientras que el CT-169 produce siete toneladas, para 60 días el CT-115 produce 78 toneladas de materia verde mientras que el CT-169 produce 31 toneladas, que es menos de la mitad. Para el corte a 90 días la producción por hectárea de materia verde el CT-115 nos reporta 84 toneladas mientras que el CT-169 nos reporta 49 toneladas. Tal producción se encuentra dentro de los rangos reportados por Bogdan (1977), ya que el señala que varias especies de *Pennisetum sp.* tiene un rendimiento de 40 ton de MV/Ha/corte y mas de 120 ton de MV/Ha/año, con un porcentaje de proteína que oscila entre el 6 y 8.5% de proteína.

Cuadro 2.- Producción de MV kg/hectárea de CT-115 y CT-169 en tres intervalos de corte.

VARIEDAD	INTERVALOS DE CORTE (DÍAS)			
	30	60	90	
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	
CT-115	MV	8730	78600	84900
	MS	1240	17700	22700
CT-169	MV	7110	31100	49100
	MS	924	8100	11400

En la figura uno, se muestran las líneas de tendencias para las producciones de materia verde y materia seca de ambas variedades, para la producción de materia verde del CT-115 se muestra que para el tercer corte a los 90 días, la producción es mayor aunque antes hubo un pico máximo. Para la variedad CT-169 la línea de tendencia es prácticamente una línea recta, la cual nos indica que la máxima producción se da a los 90 días.

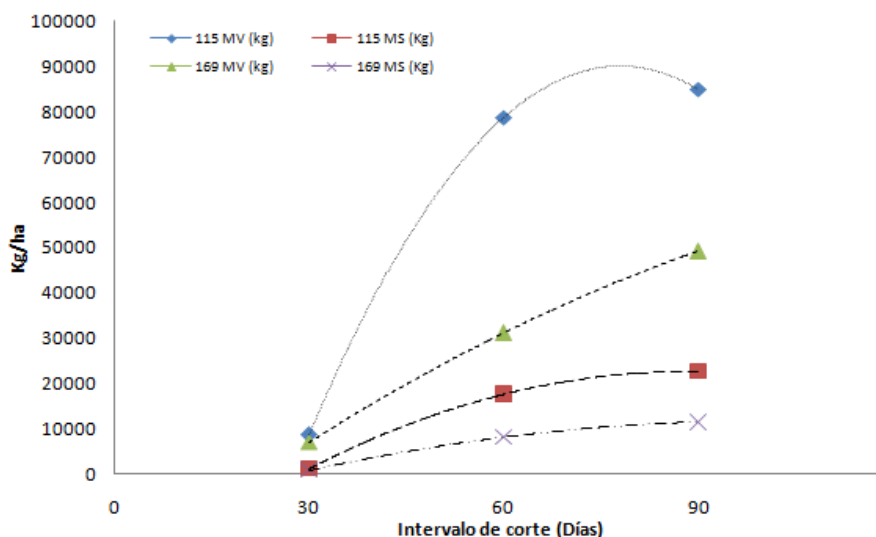


Figura 1.- Líneas de tendencia que indican la producción de MS y MV en Kg/ha de CT-115 y CT-169 en tres intervalos de corte.

### Proteína Cruda (PC)

El análisis estadístico indica que existe diferencia altamente significativa ( $P > 0.0001$ ) para la variable PC en intervalos de corte y variedad, siendo la CT-169 la que muestra los mejores resultados para los primeros 30 días, seguida de la variedad CT-115. Para el corte a los 60 días, la variedad CT-115 disminuye su contenido de proteína en hoja, pero mantiene su contenido en tallo, sin embargo, para la variedad CT-169 el contenido de hoja y tallo disminuyen, manteniendo a ambas variedades en contenidos similares de PC; para los 90 días a corte, la variedad CT-169 continua disminuyendo su contenido de proteína, al igual que el CT-115, este último con mejores valores para este intervalo de corte, estos datos se observan el cuadro tres y graficados en la figura dos. En un estudio realizado por

Ramírez-Ribera *et al.*, 2003, reportaron que el contenido de PC para el cultivar CT-115 a 30 días de edad fue de 8.8% durante la época seca y de 6.4 para el corte a una edad de 60 días. Por otra parte durante el periodo de lluvia reportaron que a las mismas edades de corte el contenido de PC para esta mismo cultivar fue de 7.4 y 6.5% respectivamente.

Cuadro 3. Porcentaje de PC de CT-115 y CT-169 en tres intervalos de corte

INTERVALO DE CORTE (DIAS)	PROTEINA CRUDA (%)							
	CT-115				CT-169			
	HOJA		TALLO		HOJA		TALLO	
	MEDIA	CV	MEDIA	CV	MEDIA	CV	MEDIA	CV
30	10.57 <sup>b</sup>	0.28	5.57 <sup>d</sup>	0.54	11.53 <sup>a</sup>	0.26	6.44 <sup>c</sup>	0.47
60	7.02 <sup>b</sup>	0.43	5.56 <sup>c</sup>	0.54	8.00 <sup>a</sup>	0.38	4.55 <sup>d</sup>	0.64
90	6.31 <sup>a</sup>	0.48	3.15 <sup>c</sup>	0.95	5.09 <sup>b</sup>	0.59	2.93 <sup>d</sup>	1.02

Literales diferentes en la misma línea, indican diferencias estadísticas (Tukey P<0.05).

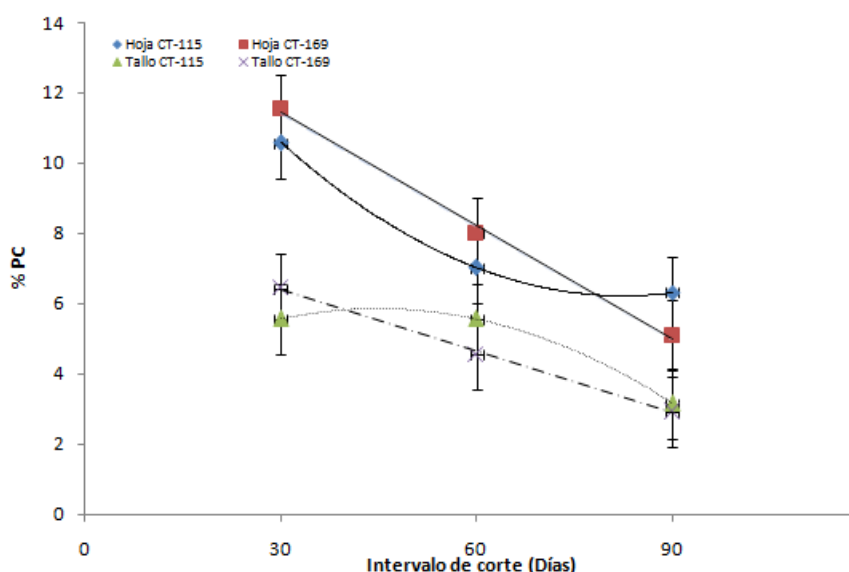


Figura 2.- Líneas de tendencias indicando el contenido de proteína cruda, de las hojas y tallos de las variedades CT-115 y CT-169, en tres intervalos de corte

### Fibra Detergente Neutra (FDN)

Los valores para FDN al ser comparados dentro de cada variedad, entre las dos variedades y en los intervalos de corte, resultando diferentes estadísticamente (Tukey,  $\alpha$  0.05), estos valores se incrementan conforme a la edad de la planta, siendo los valores mas altos para el intervalo a 90 días y los menores para el intervalo a 30 días. Tal como lo señala Nunes-Madeiros *et al.*, 2007, quien reporto un 65% de FDN en una variedad de *Pennisetum sp.*, a una edad de 60 días al corte. En el presente estudio se observo que: dentro de cada variedad las hojas siempre mostraron valores menores a los tallos, excepto para el tercer intervalo para la variedad CT-115, donde el tallo muestra un valor menor al de la hoja. La variedad CT-169 resulto con menores valores para los dos primeros intervalos, sin embargo, para el tercer intervalo (90 días) la variedad CT-115 muestra

valores menores, comparada con la variedad CT-169, la variedad CT-115 muestra una media de 68.18% que difiere significativamente (Tukey,  $\alpha$  0.05) con la media de la variedad CT-169 (68.25%). Los resultados se concentran a detalle en el cuadro cuatro.

Cuadro 4.- Porcentajes de FDN para las variedades CT-115 y CT-169

INTERVALO DE CORTE (DIAS)	FIBRA DETERGENTE NEUTRA (%)							
	CT-115				CT-169			
	HOJA		TALLO		HOJA		TALLO	
	MEDIA	CV	MEDIA	CV	MEDIA	CV	MEDIA	CV
30	63.24 <sup>d</sup>	0.047	68.07 <sup>a</sup>	0.044	64.47 <sup>c</sup>	0.046	65.22 <sup>b</sup>	0.045
60	67.15 <sup>c</sup>	0.044	69.01 <sup>a</sup>	0.043	66.43 <sup>d</sup>	0.045	67.46 <sup>b</sup>	0.044
90	70.88 <sup>c</sup>	0.042	70.73 <sup>d</sup>	0.042	72.10 <sup>b</sup>	0.041	73.84 <sup>a</sup>	0.040

Literales diferentes en la misma línea, indican diferencias estadísticas (Tukey  $P < 0.05$ ).

### Fibra Detergente Ácida (FDA)

Al comparar las dos variedades en cuanto al contenido de FDA, se determina que conforme la edad de corte aumenta, también el contenido de FDA, teniendo el máximo valor el tercer intervalo (90 días), el valor mínimo es para el primer intervalo (30 días). Los valores obtenidos no difieren estadísticamente de los datos reportados por Nunes-Madeiras *et al.*, 2007, quien reporto un contenido del 40% de FDA para esta misma variedad. En el presente estudio se observó que la variedad CT-169 con una media general de 42.81% es mayor estadísticamente a la media de la variedad CT-115 (42.25%) (Tukey,  $\alpha$  0.05). Entre especies, las hojas mostraron siempre tener valores menores a los tallos, con diferencias estadísticas significativas (Tukey,  $\alpha$  0.05). Los valores de cada variedad de acuerdo a la parte de la planta e intervalo de corte, se encuentran plasmados en el cuadro cinco.

Cuadro 5.- Medias y coeficientes de variación (CV) para las variedades CT-115 y CT-169 de acuerdo al contenido de FDÁ, en tres intervalos de corte

INTERVALO DE CORTE (DIAS)	FIBRA DETERGENTE ACIDA (%)							
	CT-115				CT-169			
	HOJA		TALLO		HOJA		TALLO	
	MEDIA	CV	MEDIA	CV	MEDIA	CV	MEDIA	CV
30	39.47 <sup>b</sup>	0.076	39.87 <sup>a</sup>	0.075	38.85 <sup>c</sup>	0.077	39.82 <sup>a</sup>	0.075
60	40.89 <sup>c</sup>	0.073	42.37 <sup>b</sup>	0.070	40.13 <sup>d</sup>	0.074	45.22 <sup>a</sup>	0.066
90	44.77 <sup>c</sup>	0.067	46.18 <sup>b</sup>	0.064	43.67 <sup>d</sup>	0.068	49.19 <sup>a</sup>	0.060

Literales diferentes en la misma línea, indican diferencias estadísticas (Tukey  $P < 0.05$ ).

### Extracto Etéreo (EE)

Las pruebas realizadas a los porcentajes de EE, indican que los valores de los tallos no son diferentes estadísticamente, entre variedades como en intervalos de corte. Dentro de las variedades, las hojas siempre demostraron tener mayores valores que los tallos y estos fueron diferentes de acuerdo al intervalo de corte. Existe diferencia estadística significativa (Tukey,  $\alpha$  0.05), para los intervalos de corte, para lo cual el intervalo de 30



días de corte, resulto ser el mejor con una media general de 2.03%, seguido del intervalo de 90 días de corte con una media general de 1.89% y por último el intervalo de 60 días a corte con una media de 1.83%. La variedad CT-169 resulto favorecida con una media de 2.00%, seguida de la variedad CT-115 con una media de 1.83%. Los datos anteriores se encuentran representados en el cuadro seis.

Cuadro 6.- Medias y coeficientes de variación (CV) para las variedades CT-115 y CT-169 de acuerdo al contenido de Extracto Etéreo, en tres intervalos de corte

INTERVALO DE CORTE (DIAS)	EXTRACTO ETEREO (%)							
	CT-115				CT-169			
	HOJA		TALLO		HOJA		TALLO	
	MEDIA	CV	MEDIA	CV	MEDIA	CV	MEDIA	CV
30	2.66 <sup>b</sup>	1.12	1.33 <sup>c</sup>	2.25	2.86 <sup>a</sup>	1.04	1.28 <sup>c</sup>	2.34
60	2.00 <sup>b</sup>	1.50	1.35 <sup>c</sup>	2.22	2.70 <sup>a</sup>	1.11	1.30 <sup>c</sup>	2.30
90	2.30 <sup>b</sup>	1.30	1.38 <sup>c</sup>	2.17	2.57 <sup>a</sup>	1.16	1.32 <sup>c</sup>	2.27

Literales diferentes en la misma línea, indican diferencias estadísticas (Tukey P<0.05).

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araya-Mora, M. & C. Boschini-Figueroa. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 16(1):37-43.
- Argel, J.P. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14(2):65-72.
- Arthington, J. D. & W.F. Brown. 2005. Estimation of feeding of four tropical forage species at two stages of maturity. *J. Anim. Sci.* 83:1726-1731.
- Bogdan, A. 1977. *Tropical Pasture and Fodder Plants (Grasses and Legumes)*. Tropical Agriculture Series. Longman Group Limited. London. pp. 475.
- Dios-Vallejo, O.O. de. 2001. *Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo*. Colección José N. Rovirosa, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 376 pp.
- García, E. 1988. *Modificación al sistema de clasificación climática de Köpen, para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana*. 4ª ed. Instituto de Geografía, UNAM, México, 217pp.
- Koppel-Rizo, E.T., G.A. Ortiz-Ortiz, A. Avila-Durán, J. Lagunes-Lagunes, O.G. Castañeda-Martínez, I. López-Guerrero, U. Aguilar-Barradas, H. Román-Ponce, J.A. Villagómez-Cortés, R. Aguilera-Sosa, J. Quiroz-Valiente & R.C. Calderón-Robles. 2002. *Manejo de ganado de doble propósito en el trópico*. INIFAP. CIRGOC. Libro técnico Núm. 5. 2ª ed. Veracruz, México, 161 pp.
- Martínez, J., F. Ojeda, I. Yepes & I. Jácome. 1989. Formas de secado en la determinación de la Materia Seca en el *Pennisetum purpureum* cv. Taiwan A-144. I. Por ciento de Materia Seca. *Pastos y Forrajes* 12(1):59-64.
- Nunes-Medeiros A, R. Germano-Costa, I. Batista-Santos, F.F. Ramos-Carvalho, A. Vallecillo & N.M. dos Santos. 2007. Efecto de diferentes niveles de consumo de

pasto elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum var. Cameroon) durante la recría de caprinos. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15 (3): 75-82.

Ramírez-Ribera, J.L., I. Leonard-Acosta & C. Kijora. 2003. Efecto de la época y la edad de rebrote en algunos componentes químicos del pasto King grass CT-115. *Rev. Med. Vet.*, [en línea]

Serrano-Altamirano, V., M.M. Silva-Serna, M.A. Cano-García, G. Medina-García & A. Ruiz-Corral. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Oaxaca (período 1961-2003). INIFAP. SAGARPA. Libro técnico No. 4. Oaxaca, México, 272 pp.

## DETERMINACIÓN DE LA CARGA ANIMAL EN EL PASTIZAL MEDIANO ABIERTO DE ZACATECAS, MÉXICO.

### STOCKING RATE DETERMINATION IN SHORT GRASS RANGELANDS IN ZACATECAS, MEXICO.

Ramón Gutiérrez Luna <sup>a</sup>, Mario D. Amador R. <sup>b</sup>, Miguel A. Velásquez Valle. <sup>c</sup> y Miguel A. Flores O. <sup>b</sup>

<sup>a</sup> [gutierrez.ramon@inifap.gob.mx](mailto:gutierrez.ramon@inifap.gob.mx) <sup>ab</sup> Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Km 24.5 carretera Zacatecas-Fresnillo. AP 18. Calera de V.R., Zacatecas. C.P. 98600. <sup>c</sup> CENID-RASPA INIFAP

En Zacatecas, la superficie de pastizal representa el 70% del estado, dentro de lo cual el pastizal mediano abierto ocupa 2.8 millones de ha. La condición de los pastizales es de regular a pobre en gran medida como resultado de la sobreutilización y alta carga animal. Aspecto que induce a gran deterioro, pues se ha llegado a determinar que existen pérdidas de hasta 7.0 ton de suelo ha<sup>-1</sup>, por otra parte induciendo a escurrimiento superficial de al menos 70% de la precipitación. Además del grave deterioro existe una marcada reducción de la composición botánica de hasta 50% de las especies existentes bajo condiciones controladas del pastoreo y carga animal. En consecuencia existe la necesidad de conocer espacial y de forma temporal cual es la capacidad de sustento que tienen los pastizales. Ya que ello permite definir cuál es la carga animal a asignar a través del año por sitio del pastizal a través de su gradiente del centro al sureste del estado de Zacatecas. A fin de determinar la carga animal del pastizal se ubicaron 17 sitios dentro de los cuales se establecieron 6 repeticiones en puntos representativos de cada localidad, las variables evaluadas fueron: estabilidad de suelos, producción de materia seca y cobertura basal, variables evaluadas trimestralmente. Para determinar producción de materia seca se utilizó un cuadrante de .50x.50 cm y para la cobertura basal un marco de puntos de 1.0 m con 20 agujas. Para estabilidad de agregados del suelo se utilizó la metodología propuesta para determinar salud del pastizal. En este escrito se presenta el resultado del último trimestre del año 2008. Los mayores rendimientos de materia seca (511 kg ha<sup>-1</sup>) se obtuvieron para la parte central del estado (Ejido Calera) al nivel de  $P \leq 0.001$  y los valores más bajos se observaron en el noreste del estado con valores cercanos a 200 kg ha<sup>-1</sup> siendo la Localidad Nueva Australia la de producción más baja. Por otra parte se requieren 11 ha por UA año y hasta valores cercanos de hasta 50 ha UA año<sup>-1</sup> para los mismos sitios geográficos del estado. Finalmente, el corredor de Sombrerete hasta el centro del estado presenta la mayor cobertura basal y el corredor de Zacatecas hacia Torreón disminuye gradualmente su cobertura basal hasta valores de 35 % de suelo desnudo ( $P \leq 0.05$ ) al igual que la estabilidad de agregados del suelo  $P \leq 0.05$ .

**Palabras clave:** Pastizal mediano abierto, carga animal, cobertura basal y estabilidad del suelo.

## INTRODUCCIÓN

En México las tierras consideradas como pastizal representan el 40.1% de la superficie total del país (Bernardon *et al.*, 1977). La vegetación natural que cubre algunos los suelos de las zonas semiáridas de México es del tipo pastizal mediano abierto localizado principalmente en el Desierto Chihuahuense, ocupando alrededor de 8 millones de hectáreas (COTECOCA, 1980). En Zacatecas los pastizales mediano abiertos representan aproximadamente 2.5 millones de hectáreas.

En esta comunidad los herbívoros encuentran gran cantidad de forraje (Gauthier *et al.*, 2003) y además de proveer alimento a los animales también juegan un papel importante en la conservación de los recursos naturales así como del hábitat (NRC, 1994).

El estado de Zacatecas, se caracteriza por tener una actividad económica sustentada básicamente en el sector primario, del cual, la ganadería es una de sus principales actividades. Ésta se desarrolla bajo el sistema de producción extensivo (Serrato *et al.*, 1999); la ganadería extensiva se practica en 5.5 millones de hectáreas correspondientes al 75% de la superficie estatal (SEDAGRO, 2004), donde la producción de forraje se ve supeditada a la precipitación, tanto a través del tiempo como del espacio.

Debido a la variabilidad del clima en Zacatecas la productividad del pastizal mediano abierto es variable por lo que en ocasiones se requieren hasta 20 ha de pastizal para mantener a una unidad animal por año sin embargo, existen sitios del pastizal con gran potencial productivo donde sólo se requieren de 5 ha por unidad animal al año.

Evaluando diferentes localidades del pastizal en el estado de Zacatecas, Gutiérrez *et al.*, (2004 y 2006), registraron valores promedio de producción de forraje de alrededor de 300 kg/ha cuando el pastizal es utilizado bajo el esquema extensivo (tradicional) de producción animal, con diferencias de hasta 300% más de producción bajo esquemas rotacionales de apacentamiento contra uso extensivo.

La problemática de los pastizales es compleja dado que involucra suelos, comunidades vegetales y herbívoros, incluyendo además la alta variabilidad de la distribución de la lluvia así como baja capacidad de los suelos de retener la humedad, sin embargo, este es un aspecto propio del ecosistema del Desierto Chihuahuense, lo que lo convierte en una área frágil, altamente vulnerable al mal manejo y en consecuencia susceptible de ser fácilmente deteriorado. Un aspecto importante es el manejo a que se ven supeditados los pastizales del estado de Zacatecas, centrando, por consiguiente, el problema del deterioro de los recursos naturales en el ámbito de la toma de decisiones del productor.

Un aspecto crítico en la ganadería extensiva, es que la producción animal se encuentra restringida, particularmente cuando se somete el recurso natural a una carga superior a su capacidad, aunado al apacentamiento continuo del pastizal. Con ello la capacidad de sustento es afectada, ya que las plantas del pastizal no logran recuperarse satisfactoriamente para ser reutilizadas por los animales.

La información cuantitativa sobre la condición ecológica de los pastizales es poca, aislada y vaga para el estado de Zacatecas, no obstante, la literatura menciona que el monitoreo de la condición del pastizal es un punto clave para proporcionar el manejo óptimo que permita la sostenibilidad de los recursos naturales y donde se maximice la productividad, conservación y rentabilidad de la actividad pecuaria.

Estudios realizados en el Desierto Chihuahuense precisan acerca de la necesidad de efectuar estudios a largo plazo sobre la caracterización cuantitativa de cambios en la

vegetación del pastizal de diferentes biomas como respuesta a clima y apacentamiento. En parte los estudios realizados por Holechek *et al.*, 1994, animales domésticos, biológicamente sustentable, rentable y compatible con fauna silvestre.

Debido a que la determinación de carga animal es un factor crítico en el manejo ordenado de los pastizales, se debe realizar en principio a través de un muestreo representativo de la producción forrajera de todo el rancho. Para lo anterior, es necesario cuantificar la producción promedio que podrá ser consumida por el ganado; se debe considerar el tipo de ganado utilizado y definir su consumo diario; finalmente se determina cuánto tiempo puede permanecer en cada potrero el hato.

En la determinación de carga animal existen dos pasos necesarios: 1) Para que sea confiable y estadísticamente analizable, se sugiere que el muestreo sea aleatorio, lo cual implica que los sitios muestreados sean representativos; 2) Es necesario definir el tamaño óptimo de muestreo, que permita tomar decisiones en el manejo del pastoreo a fin de evitar la sobre-utilización o sub-utilización de los recursos naturales.

Un aspecto importante de los recursos naturales es la conservación del agua y suelo, en este sentido Naeth *et al.*, (1991), encontró que cuando el apacentamiento no es controlado afecta negativamente al mantillo que se encuentra sobre el suelo, a las raíces de las plantas y a las propiedades del suelo. Chanasyk y Woytowich (1987), reconocen en la materia orgánica (mantillo) gran potencial para minimizar daños por las lluvias torrenciales del semiárido, pues contribuyen de manera importante en la reducción del escurrimiento superficial de la lluvia.

Heady, (1956, 1965) y Hooper y Heady (1970), citados por Heady y Child (1994), reportaron que la productividad y la composición botánica en los pastizales anuales de California, se encuentran directamente relacionados con la cantidad de residuos de materia orgánica, acumulados previo a la estación de lluvias (estación de crecimiento) de verano.

Gutiérrez *et al.*, (2006) al evaluar la cobertura vegetal sobre el suelo a través del tiempo, encontraron que el tipo de uso es determinante en el estado del pastizal, y observó que la cobertura vegetal basal sobre el suelo en el apacentamiento rotacional diferido decrece (60.04, 38.20, 37.42, y 21.02 %) respecto al cambio de estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente). En la primavera, que es la época más crítica para el apacentamiento, el suelo estuvo en al menos 4% más desprotegido en el esquema extensivo de utilización que en los sistemas de mayor control del apacentamiento.

Gonnet *et al.*, (2003), encontraron que la intensidad de pastoreo influyen directamente en la cobertura vegetal basal sobre el suelo, densidad, mortalidad y crecimiento de los vegetales.

El uso de la vegetación a través del pastoreo, si éste no es controlado, afecta negativamente a la producción de las plantas además de la protección vegetal sobre el suelo. Sin embargo, Fernández y Allen (1999), quienes en Mongolia observaron que la biomasa y cobertura sobre el suelo declinan conforme se incrementa el pastoreo, determinaron que la precipitación es aun más importante en ambientes semiáridos para favorecer o afectar a las plantas.

Dada la tendencia generalizada del manejo de los recursos naturales del pastizal a través de la ganadería extensiva, es importante dar seguimiento a su tendencia productiva, a su capacidad de carga, así como la condición de la vegetación en la cual se sustenta la ganadería.

La Estabilidad de Agregados del Suelo. Requiere de una prueba que permite obtener información que facilite conocer el grado de desarrollo estructural del suelo y su resistencia a la erosión. Además identifica la integridad biótica, dado que el contenido de materia orgánica en el suelo funciona como material cementante que floclula las partículas del suelo; además, continuamente es renovada por la actividad de microorganismos del suelo y las raíces de las plantas del pastizal (Pellant *et al.* 2005).

Esta prueba determina la estabilidad de los suelos cuando es sumergido en agua a diferentes tiempos. La textura del suelo afecta esta prueba, de ahí que las comparaciones deben limitarse a suelos con contenido de arena, limo y arcilla similares.

El estudio tiene por objetivo presentar información sobre la condición del pastizal de forma continua a fin de facilitar la toma de decisiones respecto al manejo de la vegetación nativa a través del ajuste de la carga animal.

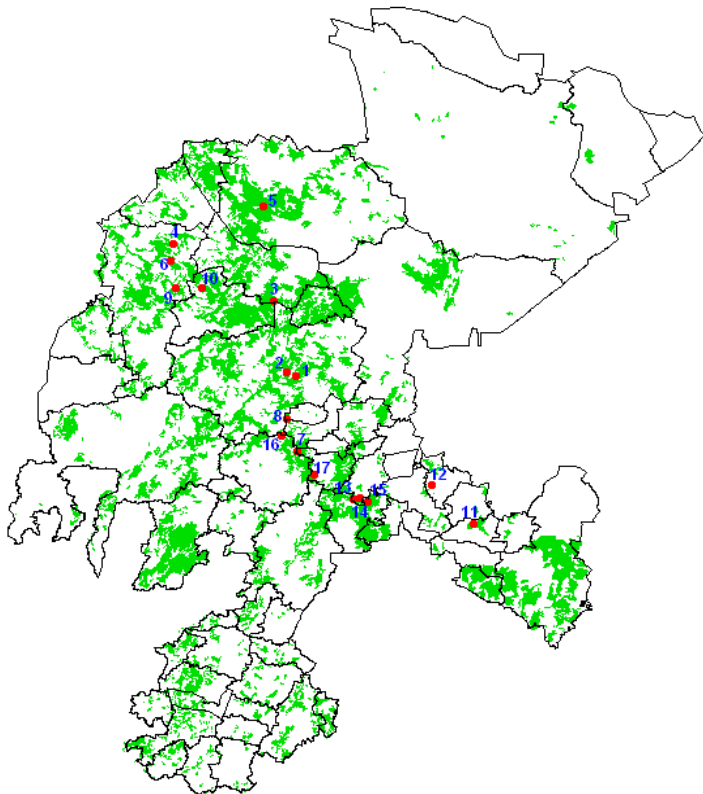
## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio correspondió al pastizal mediano abierto del estado de Zacatecas, donde se inició el muestreo desde el norte hasta el sur (Figura 1 y Cuadro 1), ubicando 17 puntos de muestreo.

Los atributos del pastizal registrados fueron: 1) producción aérea, 2), cobertura basal, 3) estabilidad de agregados y 4) composición botánica; con base en ellos se determinó la carga animal. La producción aérea fue determinada en el mismo punto donde se cuantifico la cobertura basal, para ello se utilizó un cuadrante de 50 x 50 cm, (Olson y Cochran, 1998), se cortó el material vegetal al nivel del suelo, y se determinó la producción hasta peso seco constante en una estufa de secado a 55 °C.

La cobertura basal, fue determinada en campo, usando la Línea de Canfield modificada; a través de un cuadrante de 20 puntos separados 5 cm uno de otro de ahí que la línea de muestreo fue de 1.0 m. (Bonham, 1989). Donde el registro corresponde a lo que la punta de la aguja toca a nivel basal, ignorando cualquier contacto aéreo de planta o cualquier material.

La cobertura se transformó a porcentaje considerando los 20 puntos del marco como 100 % para cada muestreo, y de ahí, cada categoría a su porcentaje correspondiente.



**Figura 1. Puntos de muestreo del pastizal mediano abierto del estado de Zacatecas. 2007.**

### **Estabilidad de Agregados**

La estabilidad de agregados del suelo se determinó seleccionando una fracción de una costra del suelo no mayor a 0.5 cm proveniente de sitios debajo de arbustos, zacates y suelo desnudo, en todos los casos se eliminó de la superficie del suelo algún residuo de mantillo.

Posteriormente, se depositaron en una malla de 0.01mm y se introdujeron en agua por cinco segundos hasta llegar a cinco minutos. Realizándose las lecturas a través de este tiempo sobre la estabilidad de cada fracción de costra del suelo.

**Cuadro 1. Localidades de muestreo de la condición del pastizal en el estado de Zacatecas.**

MUNICIPIO	LOCALIDAD	SITIO	LONGITUD	LATITUD
Fresnillo	Autopista Fresnillo (5 km antes de Zorros)	1	102.8415	23.20578
Fresnillo	Zorros	2	102.8895	23.22796
Río grande	Rancho Grande	3	102.8875	23.23366
Sombrerete	Flores García	4	103.4738	23.88988
Gral. Francisco Murguía	Carr. Nieves Camacho Km. 12	5	103.0113	24.09029
Sombrerete	Ignacio Allende	6	103.4891	23.80400
Zacatecas	Nueva Australia	7	102.8330	22.82038
Gral. Enrique Estrada	Mesa de Fuentes	8	102.8916	22.98517
Sombrerete	Rancho La Copa	9	103.4637	23.66325
Saín alto	Nicolás Bravo	10	103.3290	23.66822
Noria de Ángeles	Noria de Ángeles	11	101.9250	22.43873
Gral. Pánfilo Natera	Ejido Pánfilo Natera	12	102.1438	22.64536
Guadalupe	Viboritas	13	102.5488	22.57124
Guadalupe	Laguna Honda	14	102.5160	22.57392
Genaro Codina	Rancho Marengo	15	102.4736	22.55936
Calera	Ejido Calera	16	102.9164	22.89844
Zacatecas	Benito Juárez	17	102.7506	22.69285

## RESULTADOS

### Producción Aérea

Respecto al forraje producido en las diferentes localidades del pastizal mediano abierto del estado de Zacatecas se determinó que existe diferencia entre los sitios, destacando a la localidad de Benito Juárez con 70.3 gramos de materia seca por metro cuadrado, siendo diferente en al menos 62% a las localidades que le siguen numéricamente, entre ellas se encuentran: Meza de Fuentes, Ejido Calera, Flores García, Zorros-Fresnillo, Autopista Fresnillo, entre otras. Estas localidades se encuentran en el corredor de Zacatecas a Fresnillo. En el Cuadro 2, se presentan las localidades en orden de mayor a menor producción, así como su significancia estadística (Tukey  $P \leq 0.05$ ). Por otra parte la producción de materia seca forrajera se presenta en el mismo Cuadro 2, estimando la producción de de forraje por hectárea.



**Cuadro 2. Comparación de medias de la producción de materia seca en 17 localidades.**

Localidad	Producción (MS) g/m <sup>2</sup>	Producción (MS) Kg /ha	Grupos Estadísticos
Benito Juárez	70.3	702.6	A
Rancho La Copa	26.7	266.5	B
Ejido Calera	26.2	261.7	B
Carr. Nieves Camacho Km.12	24.3	243.1	BC
Zorros	23.0	229.9	BC
Autopista Fresnillo (5 km antes de Zorros)	20.7	207.0	BC
Nicolás Bravo	17.4	173.7	BC
Flores García	17.3	172.9	BC
Laguna Honda	15.1	150.7	BC
Rancho Marengo	13.4	133.6	BC
Ignacio Allende	13.3	133.3	BC
Viboritas	10.9	108.8	BC
MezaMesa de Fuentes	09.1	91.0	BC
Noria de Ángeles	08.8	88.3	BC
Nueva Australia	05.7	56.9	BC
Ejido Pánfilo Natera	02.8	27.8	C

Nivel de significación Tukey  $P \leq 0.05$

Letras Iguales= No existe diferencia estadística.

### Carga Animal

Cada determinación de carga animal presente en el Cuadro 3 es el resultado de haber considerado solo el 60% de la materia seca disponible como forraje, a fin de permitir un remanente de 40% de la producción aérea, para proteger los puntos de crecimiento de los zacates y favorecer el rebrote posterior a una defoliación. De no favorecer este remanente se retrasa la recuperación de los puntos de crecimiento de los zacates, los cuales se encuentran a nivel del suelo; además de que se acelera el deterioro de la condición de los pastizales del Estado.

En la columna tres del Cuadro 3, se observa que la cantidad de superficie requerida para sustentar a la unidad animal aumenta conforme disminuye la producción unitaria.

Es importante recalcar la importancia de esta determinación dado que corresponde a la producción de forraje disponible al mes de febrero 2008 en el pastizal. El aspecto que realza la importancia es que con base a la carga animal determinada en el presente momento, debe tenerse la debida precaución, ya que el forraje disponible debe alcanzar para llegar hasta el próximo verano 2008.

En consecuencia, si el productor posee mayor población animal a la que su superficie de tierra le permite sustentar, debe decidir entre descargar el pastizal a la brevedad o bien

tener potreros de reserva e incluso tener áreas agrícolas destinadas a la siembra de forrajes, mismos que serán requeridos en la presente época de estiaje.

Cabe destacar que las localidades sobresalientes en este muestreo, no fueron las más destacadas en muestreos anteriores, lo cual muestra que el manejo que se está dando inicia a ser mejor en el presente. De continuar esta tendencia de cuidado en el manejo al pastizal acompañado de su carga animal, permitirá mejorar la condición de los recursos naturales. Entre estas localidades se encuentra El Rancho La Copa, Arenal, Sombrerete, Zacatecas.

Pongamos por ejemplo el Ejido Benito Juárez, localidad que registró la mayor disponibilidad de forraje; suponiendo que su derecho de agostadero sea de 400 hectáreas con una producción de 702.6 kg de forraje en base seca y con un nivel de utilización del 60%, con ello solo logrará sustentar por 120 días a 122.63 unidades animal.

Por otra parte, supóngase que el Ejido Pánfilo Natera cuenta con 2000 ha y con una producción ajustada de 16.68 kg de forraje en base seca por hectárea, entonces solo podrá sustentar alrededor de 12.1 Unidades animal del mes de enero a los primeros días de julio del presente año.

En el Cuadro 3, se presenta en la columna cuatro para todas las localidades evaluadas, una estimación de densidad animal que pudieran sustentar, asumiendo que cada una de ellas contara con 400 ha de superficie de pastizal o agostadero.

### **Cobertura basal**

En Invierno 2007-2008 se determinó que el suelo desnudo alcanzó valores de hasta 55%, siendo la localidad Noria de Ángeles la que presentó el mayor porcentaje de suelo desprotegido (sin vegetación), le siguió en máximos valores de suelo desnudo la localidad de Nicolás Bravo con 52.5%.

En el Cuadro 4 se presenta todas las localidades respecto a suelo desnudo, en este cuadro se observa que nueve sitios del estado de Zacatecas conformaron el primer grupo estadístico, lo cual muestra que valores de 33.3% hasta 55% de suelo desnudo estadísticamente fueron iguales. No obstante encontrar tales diferencias numéricas es importante considerarlo en términos prácticos ya que ello implica mayor exposición de los suelos ante escurrimientos superficiales o vientos que pueden propiciar la pérdida de tan importante recurso natural.

Respecto a la presencia de rocas, se determinó que la localidad de Los Zorros mostró el mayor porcentaje de ella (15.8%) sobre la superficie del suelo (Tukey  $P \geq 0.05$ ); seguido en importancia por Autopista Fresnillo y Nicolás Bravo con 15.8 y 15.0% respectivamente, el contraste lo marco la localidad de Flores García y Nueva Australia con valores del 0.0 y 0.83%.

La presencia de grava mostró ser estadísticamente diferente entre localidades, mostrando dos grupos estadísticos de los cuales el de mayor valor numérico es el de la localidad de Carr. Nieves-Camacho, seguido en orden de importancia por Noria de Ángeles, Autopista Fresnillo, Zorros-Fresnillo e Ignacio Allende.

**Cuadro 3. Carga animal con base a producción de MS kg ha<sup>-1</sup> por localidad, próximos tres meses.**

Sitio	Producción (MS) Kg /ha	Carga animal estimada para seis meses (enero-junio 2008) Unidades animal en 400 ha
Benito Juárez	702.6	46.0
Rancho La Copa	266.5	23.33
Ejido Calera	261.7	22.8
Carr. Nieves Camacho Km.12	243.1	21.2
Zorros	229.9	20.1
Autopista Fresnillo (5 km antes de Zorros)	207.0	13.1
Nicolás Bravo	173.7	15.1
Flores García	172.9	15.1
Laguna Honda	150.7	13.1
Rancho Marengo	133.6	11.7
Ignacio Allende	133.3	11.6
Viboritas	108.8	9.5
Mesa de Fuentes	91.0	7.9
Noria de Ángeles	88.3	7.7
Nueva Australia	56.9	5.0
Ejido Pánfilo Natera	27.8	2.4

El factor de máxima importancia en protección al suelo es la cobertura vegetal de ella la de zacates mostró al menos una protección mínima del 10% en la localidad de Meza de Fuentes, sin embargo varias localidades como Noria de Ángeles, Ejido Pánfilo Natera, Viboritas, Rancho Marengo, Zorros-Fresnillo, y Carretera Nieves-Camacho mostraron valores superiores al 20%, lo cual estadísticamente fue significativo (Tukey  $P \leq 0.01$ ).

La cobertura por materia orgánica sobre el suelo también mostró diferencias estadísticas entre localidades al nivel de  $P \leq 0.01$ , lo cual al comparar las medias indica que Carretera Nieves Camacho reflejó el 56.7% del suelo cubierto con materia orgánica, aspecto similar fue registrado en Benito Juárez con 55.8%. Las localidades de menor presencia de materia orgánica sobre el suelo fueron: Nueva Australia, Ejido Pánfilo Natera, Ejido Calera, Autopista Fresnillo, Rancho La Copa, Viboritas, Zorros-Fresnillo, entre otras localidades.

**Cuadro 4. Comparación de medias entre localidades y tipo de cobertura sobre el suelo. Invierno 2007-2008**

Localidad	Suelo Desnudo %	Roca %	Grava %	Zacate %	Materia orgánica %
Noria de Ángeles	55.00 A	01.67 BC	00.00 B	06.67 D	38.33 ABC
Nicolás Bravo	52.50 A	04.17 ABC	00.00 B	10.00 CD	33.33 ABCD
Flores García	47.50 AB	03.33 ABC	00.00 B	15.00 BCD	34.17 ABCD
Nueva Australia	45.00 ABC	10.83 ABC	13.33 A	15.83 BCD	14.17 D
Ejido Pánfilo Natera	43.33 ABC	15.00 ABC	00.83 B	15.00 BCD	25.83 CD
Viboritas	35.00 ABC	03.33 ABC	09.16 AB	20.00 BCD	31.66 CD
Laguna Honda	35.00 ABC	01.67 BC	00.00 B	22.50 ABCD	41.67 ABC
Ejido Calera	35.00 ABC	14.16 ABC	01.67 B	23.33 ABC	28.33 CD
Ignacio Allende	33.33 ABC	00.00 C	00.00 B	18.33 BCD	47.50 ABC
Rancho Marengo	29.17 ABC	01.67 BC	00.00 B	28.33 AB	40.83 ABC
Rancho La Copa	29.17 ABC	.0083 BC	00.00 B	38.33 A	31.67 CD
Autopista Fresnillo (5 km antes de Zorros)	28.33 ABC	15.83 AB	07.50 AB	17.50 BCD	29.16 CD
Mesa de Fuentes	27.50 ABC	13.33 ABC	04.17 AB	16.67 BCD	36.67 ABCD
Zorros	21.67 BC	17.50 A	05.83 AB	22.50 ABCD	32.50 CD
Benito Juárez	20.00 BC	02.50 ABC	00.00 B	22.50 ABCD	55.83 AB
Carr. Nieves Camacho Km.12	16.67 C	02.50 ABC	00.00 B	24.16 ABC	56.67 A

Valores transformados a porcentaje de cobertura basal

Letras diferentes= Existe diferencia estadística entre localidades Tukey  $P \leq 0.05$

## Estabilidad de Agregados del suelo

Respecto a la estabilidad de los agregados del suelo, a través del análisis de varianza se determinó que existe diferencia entre los sitios de muestreo.

Con respecto a la comparación de medias a través de la prueba de  $DMS_{P \leq 0.05}$  se identificó que las localidades de Zorros, Ejido Panfilo Natera, Rancho La Copa, Ignacio Allende, Nueva Australia y Mesa de Fuentes, conformaron el primer grupo estadístico, seguido por las localidades de Nieves, Ej. Calera, Viboritas, Nicolas Bravo, Laguna Honda, Rancho Marengo, Benito Juárez, Noria de Ángeles y Flores García, quienes también formaron parte del primer grupo de significancia, no obstante también siendo estadísticamente similares al segundo grupo conformado por las localidades de la Autopista Fresnillo y de Rancho Grande.

## LITERATURA CITADA

- Bernardon F., K. Salinas., M. Figueroa y M. Atilano. 1977. Pastizales naturales. SEP. SET. FAO. México. 25 p.
- Bonham, C.D. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. Edit. Willey Interscience. 338 p.
- Chanasyk, D.S. and C.P. Woytowich. 1987. Sediment yield as a result of snowmelt runoff in the Peace River Region. Can. Agr. Eng. 29:1-6.
- Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1980. Memoria para el estado de Zacatecas. SARH-Subsecretaria de Ganadería. 243 p.
- Fernández G., M.E. and B.D. Allen. 1999. Testing a non-equilibrium model of rangeland vegetation dynamics in Mongolia. J. Appl. Ecol. 36:871-885.
- Gauthier, D.A., A. Lafón, T.P. Toombs, J. Hoth. and E. Wiken. 2003. Grasslands: Toward a North American Conservation Strategy. Co-published by: Commission for Environmental Cooperation & Canadian Plains Research Center University of Regina. 99 p.
- Gonnet, J.M., J.C. Guevara, and O.R. Estevez. 2003. Perennial grass abundance along a grazing gradient in Mendoza, Argentina. J. Range. Manage. 56:364-369.
- Gutiérrez L., R. G.M., García y M.D.R., Amador. 2004. Estado Actual de los pastizales de la zona central del estado de Zacatecas. En: IV Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Delicias, Chih. pp 130-37.
- Gutiérrez L., R. F. G. Ch., Echavarría, H. G., Salinas, M. D. R., Amador, M. J. N., Flores y M. Á. O., Flores. 2006. Producción caprina bajo pastoreo rotacional diferido y continuo. Folleto Científico Núm. 9. INIFAP- Campo Experimental Zacatecas. 38 p.
- Heady, H.F. 1956. Changes in a California annual plant community induced by manipulation of natural mulch. Ecol. 37:798-812.
- Heady, H.F. 1965. The influence of mulch on herbage production in an annual grassland. In: Proc. 9<sup>th</sup> Internatl. Grassl. Congr. Sao Paulo, Brazil. 391-394 pp.
- Heady F. and R.D. Child. 1994. Rangeland ecology and management. Westview Press Inc. USA. 518 p.

- Holechek, J.L., A. Tembo, A. Daniel, M.J. Fusco. and M. Cardenas. 1994. Long term grazing influences on Chihuahuan desert rangeland. *Southwestern Naturalist* 39:342-349.
- Hooper, J.F., and H.F. Heady. 1970. An economic analysis of optimum rates of grazing in the California annual type grassland. *J. Range Mgmt.* 23:307-311.
- Naeth, A., W.Bailey, D.J. Pluth, D.S. Chanasyk. and R.T. Hardin. 1991. The impact of grazing on litter and hydrology in mixed prairie and Fescue grassland ecosystems of Alberta. *J. of Range Management* 44: 7-12.
- National Research Council (NRC). 1994. Rangeland health: new methods to classify, inventory, and monitor rangelands. National Academy Press, Washington D.C. 200 p.
- Olson, K. C. and R. C. Cochran. 1998. Radiometry for predicting tallgrass prairie biomass using regression and neural models. *J. Range Manage* 51:186-192
- Pellant M., D.A. Pyke, P.Shaver. and J.E. Eric. 2005. Interpreting indicators of rangeland health, version 4. Technical Reference 1734-6. U.S. Department of the interior. Bureau of land Management, Nacional Science and Technology Center, Denver, CO. BLM/WO/ST-00/001+1734/REV05. 122 pp.
- Quintas, I. 2001. Extractor Rápido de Información Climatológica, ERIC II. Manual del usuario. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 65 p.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Zacatecas (SEDAGRO). 2004. Plan Ganadero del estado de Zacatecas 2004-2010. 114 p.
- Serrato. S.R.C., C.M., Valencia, O.F. Del Rio.1999. interrelaciones entre variables del suelo y de las gramíneas en el pastizal semiárido del norte de Durango. *Terra.* 17:27-34.

## DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS LIGNOCELULÓSICOS DE LA MATERIA SECA DE SWITCHGRASS (*Panicum virgatum* L.)

### DETERMINATION OF LIGNOCELLULOSIC COMPOUNDS OF DRY MATTER OF SWITCHGRASS (*PANICUM VIRGATUM* L.)

**Francisco Javier Piñera Chávez, Francisco Zavala García, Juan Manuel Martínez Reyna, Hugo Bernal Barragán, José Elías Treviño Ramírez, Adriana Gutiérrez Diez**

Francisco Javier Piñera Chávez, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Carretera Zuazua-Marín km 17.5, Marín, Nuevo León, México, C. P. 66700, e-mail:

[francisco.piñerach@uanl.edu.mx](mailto:francisco.piñerach@uanl.edu.mx), [parraleco@hotmail.com](mailto:parraleco@hotmail.com) (autor para correspondencia)

Francisco Zavala García, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Carretera Zuazua-Marín km 17.5, Marín, Nuevo León, México C. P. 66700, e-mail: [fzavala@fa.uanl.mx](mailto:fzavala@fa.uanl.mx)

Juan Manuel Martínez Reyna, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, C. P. 25315, e-mail: [jmarrey@uaaan.mx](mailto:jmarrey@uaaan.mx)

Hugo Bernal Barragán, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Carretera Zuazua-Marín km 17.5, Marín, Nuevo León, México, C. P. 66700, e-mail: [hubernal05@yahoo.com.mx](mailto:hubernal05@yahoo.com.mx)

José Elías Treviño Ramírez, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Carretera Zuazua-Marín km 17.5, Marín, Nuevo León, México, C. P. 66700, e-mail: [eliasstrevino\\_ramirez@hotmail.com](mailto:eliasstrevino_ramirez@hotmail.com)

Adriana Gutiérrez Diez, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Carretera Zuazua-Marín km 17.5, Marín, Nuevo León, México C. P. 66700, e-mail: [mcgudiez@aol.com](mailto:mcgudiez@aol.com)

**Palabras clave:** rendimiento switchgrass, lignocelulosa, biocombustibles, biomasa.

### RESUMEN

Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) es un pasto perenne de clima cálido originario de Norteamérica, con un gran potencial como cultivo para producir energía a partir de biomasa. Se han estudiado diferentes variedades en Estados Unidos de América, de los cuales se han obtenido resultados prometedores en rendimiento de biomasa. En el presente trabajo se evaluaron los dos ecotipos existentes en esta especie (lowland y upland). Se utilizaron las variedades Álamo (lowland) y las variedades Blackwell, Shawnee, Carthage (upland), establecidas en dos niveles de fertilización (sin fertilización y 150-40-40 (N, P, K)). Se determinó el rendimiento y la calidad de la materia seca. Los resultados indicaron que la variedad Álamo es la de mayor potencial en rendimiento alcanzando hasta 10.58 Mg ha<sup>-1</sup> en suelo fertilizado, y 8.57 Mg ha<sup>-1</sup> en suelo sin fertilizar. Las vars. Carthage, Blackwell, Shawnee tuvieron rendimientos en un rango de 0.88 y 2.90 Mg ha<sup>-1</sup>. Estadísticamente la fertilización no afectó los rendimientos en las variedades ni las cualidades de la materia seca. Las concentraciones de lignocelulosa fueron similares en las variedades en un rango de 604 y 686 g kg<sup>-1</sup>. La evaluación de este cultivo en la región noreste de México indica que la variedad Álamo tiene potencial como cultivo para la producción de biomasa para la conversión a biocombustibles.

## ABSTRACT

Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) is a warm-season perennial grass native from North America, with a great potential as a crop in the production of energy from biomass. Different varieties have been studied in the United States, with promising performance of biomass. In the present study two ecotypes of switchgrass (lowland and Upland) were evaluated. Varieties Alamo (lowland) and vars. Blackwell, Shawnee, Carthage (Upland), were established in two levels of fertilization (without fertilization and 150-40-40 (N, P, K). Yield was determined for these varieties, and dry matter, was evaluated for growth analysis. The results indicated that Alamo (lowland) has the highest dry matter yield potential with 10.57 Mg ha<sup>-1</sup> in fertilized soil, and 8.57 Mg ha<sup>-1</sup> in not fertilized soil. Varieties Carthage, Blackwell, Shawnee (upland) had yields between 0.88 and 2.90 Mg ha<sup>-1</sup>. Fertilization did not affect yields, nor quality of the dry mater in cultivars. Lignocellulose concentration was similar among cultivars (604-686 g kg<sup>-1</sup>). The evaluation of this crop in the northeast region of Mexico shows that Var. Alamo has potential as a crop for biomass production for conversion to biofuels.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el interés por las energías renovables ha tomado mucho auge, una de las alternativas consideradas son los cultivos perennes, como algunas gramíneas tropicales, cuya materia seca puede servir como biomasa celulósica para la producción de bioenergía o biocombustibles (Madakadze *et al.*, 1999). Uno de los cultivos considerados por su gran potencial de rendimiento en biomasa y por su amplia distribución en Estados Unidos es el switchgrass (Moser y Vogel, 1995). Diversos cultivares de este pasto se adaptan a tierras marginales y presentan tolerancia al déficit hídrico y suelos pobres (Vogel, 1996). En nuestro país se ha documentado la presencia de esta planta en forma silvestre (herbario Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro), principalmente para la parte norte.

Los rendimientos de biomasa de switchgrass cultivado son persistentes en algunas localidades del centro y sur de Estados Unidos (Cassida *et al.*, 2005), reportándose una producción entre 20 y 30 ton ha<sup>-1</sup> a escala experimental, aunque en promedio oscilan entre 10 y 20 ton ha<sup>-1</sup> (McLaughlin y Kszos, 2005). En Europa se han obtenido rendimientos hasta de 20 t ha<sup>-1</sup> en suelos fértiles en esta especie (Elbersen *et al.*, 2004).

La evaluación cualitativa de la materia seca o biomasa es un objetivo específico en cultivos como el switchgrass (Vogel y Jung, 2001). En general, la materia seca se compone de lignocelulosa (celulosa, hemicelulosa, lignina) y relativamente bajas concentraciones de proteínas, minerales, grasas y carbohidratos no estructurales (Lee y Jeranyama, 2007). Para la generación de biocombustibles, la lignocelulosa es el elemento más importante (Trebbs, 1993), mientras que el contenido de cenizas y demás componentes son menos deseables (Wright, 2007). Sin embargo, la lignina puede ser un obstáculo ya que no forma parte del proceso para la generación de biocombustible (Lee y Jeranyama, 2007). Favorablemente, en switchgrass el nivel de lignina es bajo, lo que



representa una ventaja en este cultivo (Sladen *et al.*, 1991). Las concentraciones de lignina son menores del 19% del total de la materia seca, mientras que la celulosa y la hemicelulosa pueden conformar el 37 % y 29 %, respectivamente (Lee y Jeranyama, 2007).

Toda la información generada hasta el momento en este cultivo, está dirigida a la región del medio oeste, sur y norte de las grandes planicies de Estados Unidos, al sureste de Canadá y parte de Europa (Adler *et al.*, 2006) Sin embargo, esta planta tiene una distribución más amplia que incluye a México. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento y la calidad de la materia seca de cuatro variedades de switchgrass bajo cultivo con dos niveles de fertilización en el Noreste de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se establecieron cuatro variedades de switchgrass: Álamo (Al), Blackwell (Bl), Sahwee (Sa) y Carthage (Ca), la primera identificada como ecotipo lowland (plantas altas, tallos gruesos, adaptado a suelos con poco drenaje) y las tres restantes como upland (plantas chaparras, tallos delgados, tolerancia a sequia) (Buxton y Fales, 1994). Dichas variedades se sembraron en el mes de enero del 2008 en charolas de propagación en un sustrato del tipo peat-moss mezcla tres, donde permanecieron un periodo de 40 días. Posteriormente, se trasplantaron en macetas (bolsa de plástico para vivero) de dos kg en una mezcla de tierra, arena y materia orgánica (30-30-30). Finalmente y al cabo de 120 días (junio del 2008) se hizo el trasplante definitivo de las variedades en una parcela ubicada en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL), con localización geográfica de 25° 53' 29.82" latitud norte y 100° 2' 35.04" longitud oeste, con una altura de 368 msnm. Las temperaturas promedio, máximas y mínimas se detallan en el Cuadro 1 (promedio mensual). El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar en localidades, con tres repeticiones. La localidad se estableció en función de dos niveles de fertilización a los cuales se les denominó: con fertilizante 150-40-40 (N, P, K) y sin fertilizante. La unidad experimental constó de 3 surcos de 5 m de longitud. El ancho de los surcos fue de 75 cm y la distancia entre plantas de 50 cm (Brejda, 2000; Muir *et al.*, 2001).

Cuadro 1. Temperaturas promedio, máxima y mínima (°C) para los meses que comprendió el experimento (agosto 2008-junio 2009).

Año	2008					2009					
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun
T. max	34.4	30.6	28.3	25.8	24.0	24.4	27.3	28.4	34.0	35.6	37.8
T. min	22.6	19.1	15.4	10.6	6.2	7.9	9.8	13.1	16.8	20.8	22.9
T. prom	27.6	23.9	21.2	17.7	14.3	15.5	18.5	20.3	25.1	27.8	29.7

Fuente: Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas (INIFAP)

Después de un periodo de 30 días a partir del trasplante, se realizó un corte inicial para homogenizar el tamaño de las plantas, dejándolas a una altura de 20-25 cm. La

razón de este corte fue para poder dar inicio a muestreos quincenales y poder establecer la dinámica de crecimiento. En cada corte o muestreo, incluyendo el de homogenización, se cosecharon dos plantas por parcela en cada repetición (48 plantas por muestreo). A cada planta se le midió la altura antes de cortarla, después del corte se separó en tallos, hojas y panículas y se determinó el número de tallos. Toda la parte foliar activa se midió en un integrador de área foliar (LI-COR LI-1000). El peso seco se midió después de colocar cada planta durante tres días en una estufa de aire forzado (Shel Lab 1600 Hafo Series) a 70 °C, utilizando una balanza de precisión (Mettler Toledo PB8001).

Las metodologías desarrolladas por Van Soest *et al.* (1991) fueron utilizadas para determinar el contenido de FDN (fibra detergente neutro) compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina, FDA (fibra detergente ácido) que se compone de celulosa y lignina y LDA (lignina detergente ácido) que representa la lignina, utilizando la técnica de las bolsas de nylon filtro (F57) de ANKOM, en el analizador de fibra ANKOM 200/220. Para la realización de estos análisis se seleccionó una muestra por variedad, en cada nivel de fertilidad del suelo y para cada muestreo realizado.

Para el ciclo de otoño del 2008, el rendimiento de la materia seca se evaluó en función de los datos registrados para el corte inicial (homogenización) en agosto del 2008 y el corte del mes de noviembre del mismo año (75 días después del trasplante). Para el periodo de crecimiento de primavera del 2008 se evaluó con los datos del último muestreo realizado (179 días después del trasplante). El análisis de varianza correspondiente al arreglo del experimento y las comparaciones de medias para el rendimiento de la materia seca, se realizaron en el Paquete de Diseños Experimentales de la FAUANL. Las graficas y las pruebas de *t* fueron realizadas en los software estadísticos STATISTICA versión 7 y SPSS versión 15, respectivamente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico infiere que las condiciones de fertilidad del suelo en este experimento no provocaron diferencias en los rendimientos de las variedades en conjunto, así como tampoco hubo efecto significativo en la interacción del nivel de fertilización con la variedad. Lo anterior puede deberse a que durante el año de establecimiento el cultivo no se ve afectado por la adición de nitrógeno (Sanderson y Reed, 2000). En cuanto a la diferencia entre las variedades, ésta fue altamente significativa (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza para la producción de materia seca de cuatro variedades de switchgrass en dos niveles de fertilización durante otoño 2008 y primavera 2009.

Fuente de variación	gl	Cuadrado Medio	
		Otoño	Primavera
Fertilización	1	0.847443	0.604813
Fert./repetición	4	1.852654	5.908466
Variedad	3	79.706734**	91.751350**
Fert. x variedad	3	3.912791	0.344833
Error	12	1.068825	3.462401

\*\*Indica diferencia altamente significativa (P<0.01)

Esta diferencia entre variedades puede ser explicada por la diferencia ecotípica. La variedad Alamo corresponde al ecotipo lowland, variedad que ha sido identificada como la de más alto rendimiento en materia seca (Sladen *et al.*, 1991) Las otras tres variedades corresponden al ecotipo upland, las cuales tienen menos potencial en rendimiento de materia seca en comparación con las del tipo lowland (Fuentes y Taliaferro, 2002). Por otro lado, Cassida *et al.* (2005) reportaron que los niveles altos de humedad favorecen a las variedades de tipo lowland, con rendimientos y persistencia más altos que las de tipo upland. En el caso del presente experimento, las condiciones de humedad fueron favorables, tanto naturales como la aplicación de riegos de auxilio, pudiendo ser otro factor que favoreció el rendimiento de la variedad Alamo con respecto a las demás. En el Cuadro 2 puede observarse la respectiva comparación de medias para las cuatro variedades en los dos ciclos de crecimiento, en el periodo de otoño se incluye la biomasa acumulada hasta el primer corte, el cual no se consideró en la Figura 1.

Cuadro 2. Rendimiento promedio de peso seco ( $Mg\ ha^{-1}$ ) para cada variedad en cada nivel de fertilización durante otoño 2008 y primavera 2009.

Variedad	Sin fertilizante	150-40-40 (N, P, K)
Otoño		
Alamo	8.10 a	10.58 a
Carthage	2.22 b	2.09 b
Shawnee	1.56 b	2.09 b
Blackwell	2.90 b	1.51 b
Primavera		
Alamo	8.57 a	9.37 a
Carthage	1.13 b	1.14 b
Shawnee	0.88 b	1.52 b
Blackwell	1.20 b	1.01 b

\*Letra diferente en columna de cada estación indica diferencia altamente significativa (Tukey,  $P=0.01$ )

En la Figura 1 se observa la acumulación de materia seca en las diferentes fechas de muestreo. Durante el periodo comprendido entre el día 15 y 75 se observa un incremento en la ganancia de peso, particularmente en la variedad Alamo. También se puede apreciar que existe un periodo donde el crecimiento se detuvo, específicamente entre los días 75 y 134, tiempo en el cual el cultivo entró en estado de latencia. Este estadio de inactividad correspondió a los meses fríos de la región. La fecha de corte subsecuente al periodo de latencia muestra una baja en el rendimiento de la materia seca en todas las variedades, pero a partir de ahí la planta comenzó a ganar peso nuevamente. Se puede observar que en el segundo periodo de crecimiento las variedades respondieron mejor en el suelo con fertilizante, particularmente las variedades Alamo y Shawnee.

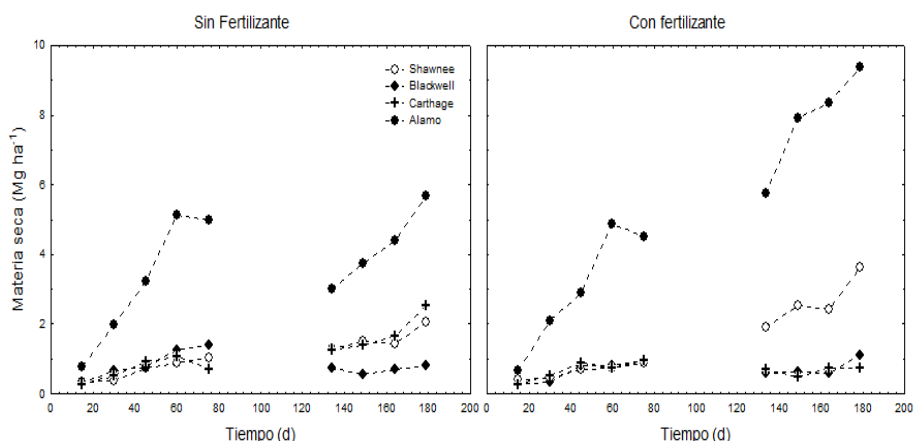


Figura 1. Tendencia de la ganancia de peso para las observaciones registradas en cada periodo de crecimiento del cultivo de switchgrass. Otoño (día 15 al 75), primavera (día 134 al 179)

La calidad de la materia seca de las cuatro variedades de switchgrass establecidas para este experimento se analizó comparando las concentraciones fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA), entre los dos niveles de fertilización y entre las variedades. Dichas comparaciones se realizaron mediante una prueba de *t*. El análisis correspondiente para suelo con fertilizante vs. suelo sin fertilizante (Cuadro 3), indicó que la adición de nutrientes no causó ningún efecto en la composición de la fibra (pared celular), las medias para FDA, FDN y LDA, fueron iguales estadísticamente. Este resultado fue igual para los dos periodos de crecimiento. Lo anterior puede explicarse con lo reportado por Buxton y Fales (1994), quienes afirmaron que la fertilización con nitrógeno no alteró el desarrollo de la pared celular.

Cuadro 3. Prueba de *t* para fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA) de cuatro variedades de switchgrass en suelo con fertilizante vs. sin fertilizante.

Variedad	g l	FDN		FDA		LDA	
		<i>t</i>	Significancia (bilateral)	<i>t</i>	Significancia (bilateral)	<i>t</i>	Significancia (bilateral)
Otoño							
Shawnee	4	1.324	0.256	1.914	0.128	-2.143	0.099
Blackwell	4	0.283	0.791	1.300	0.263	-0.244	0.819
Carthage	4	-0.847	0.445	1.045	0.355	0.000	1.000
Alamo	4	-1.958	0.122	0.955	0.394	1.232	0.285
Primavera							
Shawnee	3	0.525	0.636	1.553	0.218	4.667	0.019
Blackwell	3	0.723	0.522	-0.226	0.836	0.124	0.909
Carthage	3	-1.654	0.197	-0.705	0.532	-1.668	0.194
Alamo	3	0.230	0.833	-1.144	0.336	-0.581	0.602

Las comparaciones entre las variedades indicaron algunas diferencias, en el Cuadro 4 se pueden observar mediante la comparación de los promedios entre las variedades.

Cuadro 4. Prueba de t para fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA) de cuatro variedades de switchgrass.

Variedad vs. variedad	g l	FDN		FDA		LDA	
		t	Significancia (bilateral)	t	Significancia (bilateral)	t	Significancia (bilateral)
Otoño							
Shawnee vs. Blackwell	4	-0.924	0.408	-1.955	0.122	0.590	0.587
Shawnee vs. Carthage	4	-2.972	0.041*	-0.396	0.712	-0.123	0.908
Shawnee vs. Alamo	4	-0.930	0.405	-2.415	0.073	7,226	0.002**
Blackwell vs. Carthage	4	-3.782	0.019*	0.544	0.615	-0.304	0.776
Blackwell vs. Alamo	4	-0.217	0.839	-0.180	0.866	9,198	0.001**
Carthage vs. Alamo	4	4.887	0.008**	-1.452	0.220	3.123	0.035*
Primavera							
Shawnee vs. Blackwell	3	1.363	0.266	-0.519	0.639	-2.137	0.122
Shawnee vs. Carthage	3	0.147	0.893	-0.910	0.933	1.355	0.268
Shawnee vs. Alamo	3	-1.441	0.245	0.436	0.692	1.909	0.152
Blackwell vs. Carthage	3	-2.814	0.067	0.200	0.985	2.962	0.059
Blackwell vs. Alamo	3	-5.388	0.013*	0.447	0.685	2.354	0.100
Carthage vs. Alamo	3	-5.279	0.013*	0.494	0.655	0.927	0.423

\*Indica diferencia significativa (P<0.05). \*\*Indica diferencia altamente significativa (P<0.01)

En el Cuadro 5 se puede observar que la variedad Carthage tiene una mayor concentración de la FDN (pared celular) durante el periodo de crecimiento de otoño. Para el periodo de primavera, después de un periodo de establecimiento en otoño y un estado de latencia en el invierno, la variedad Álamo del ecotipo lowland sobrepasa en concentración de FDN a las demás variedades, lo cual es consistente con lo reportado por Cassida *et al.* (2005) quienes afirmaron que las variedades del de este ecotipo presentan mayores concentraciones de FDN que las de tipo upland. Las concentraciones de FDA indicaron que las variedades se comportan de la misma manera, mientras que en la concentración de LDA la variedad Álamo tiene un nivel más bajo de lignina en comparación con las demás variedades.

La determinación de fibra detergente neutro (FDN), representó en promedio entre un 60.4 y 68.6 % de la materia seca de la planta. En otras palabras, por cada kilogramo de materia seca se tiene entre 604 y 686 g kg<sup>-1</sup> de FDN. Sanderson *et al.* (1999), reportaron valores en el rango de los 648 a 683 g kg<sup>-1</sup> en dos fechas de corte (mayo y julio).

Los valores de FDA encontrados en este experimento fueron en promedio del orden del 35.9 al 42% y representan a la concentración de lignina y celulosa presentes en la planta. Por diferencia entre la FDN (celulosa, hemicelulosa y lignina), FDA (celulosa y lignina) podemos obtener la concentración de hemicelulosa, la cual estuvo en el rango en promedio entre el 24.5 y 26.6% o 245 a 266 g kg<sup>-1</sup>. La concentración de celulosa promedio fue del 28.7 al 28.8%, que representan entre 287 a 288 g kg<sup>-1</sup>, este valor es resultado de la diferencia entre la FDA y la LDA. La concentración de LDA que resultó en

promedio fue de 7.2 y 13.2% o 72 a 132 g kg<sup>-1</sup>. Fisher *et al.* (2005) publicaron resultados similares, 320 g kg<sup>-1</sup> para celulosa, 357 g kg<sup>-1</sup> para hemicelulosa y 44 g kg<sup>-1</sup> para lignina. Lee y Jeranyama (2007) por su parte, hicieron una recopilación de diferentes fuentes para reportar que en promedio la concentración de celulosa en el pasto switchgrass es de 370 g kg<sup>-1</sup>, 270 g kg<sup>-1</sup> de hemicelulosa y lignina a razón de 60 g kg<sup>-1</sup>.

Cuadro 5. Porcentajes promedio para fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA) de cuatro variedades de switchgrass.

Variedad	FDN	FDA		LDA
		Otoño		
Carthage	62.53 a	36.54		8.55 b
Blackwell	61.01 b	36.58		8.43 b
Shawnee	60.41 b	35.91		8.51 b
Álamo	61.11 b	37.01		7.21 a
		Primavera		
Álamo	68.64 a	40.85		10.39
Shawnee	66.73 ab	41.87		12.38
Carthage	66.59 b	41.95		11.23
Blackwell	64.78 b	41.97		13.21

\*Letra diferente indica diferencia significativa

En el primer periodo de crecimiento (otoño) se puede observar una tendencia de la FDN a disminuir conforme fue madurando la planta (Figura 2). El estado de madurez de la planta es un factor determinante en la composición y la concentración de las paredes celulares (Vogel y Jung, 2000). Madakadze *et al.* (1999) reportaron que el pasto switchgrass presenta mayor potencial en ambientes de ciclo corto. La concentración de FDA también tiende a disminuir en todas las variedades; sin embargo, la LDA tiende a aumentar. Las diferentes etapas fenológicas de switchgrass difieren en la composición de la pared celular, en estado vegetativo las concentraciones de FDA y FDN, son mayores que en la madurez fisiológica, mientras que la LDA es mayor en esta última (Vogel y Jung, 2000).

En el segundo periodo de crecimiento (primavera), las tendencias fueron similares en todas las variedades; sin embargo, la variedad Álamo resulta interesante pues presenta menor concentración de lignina y mayor concentración de FDN, con respecto a las otras variedades.

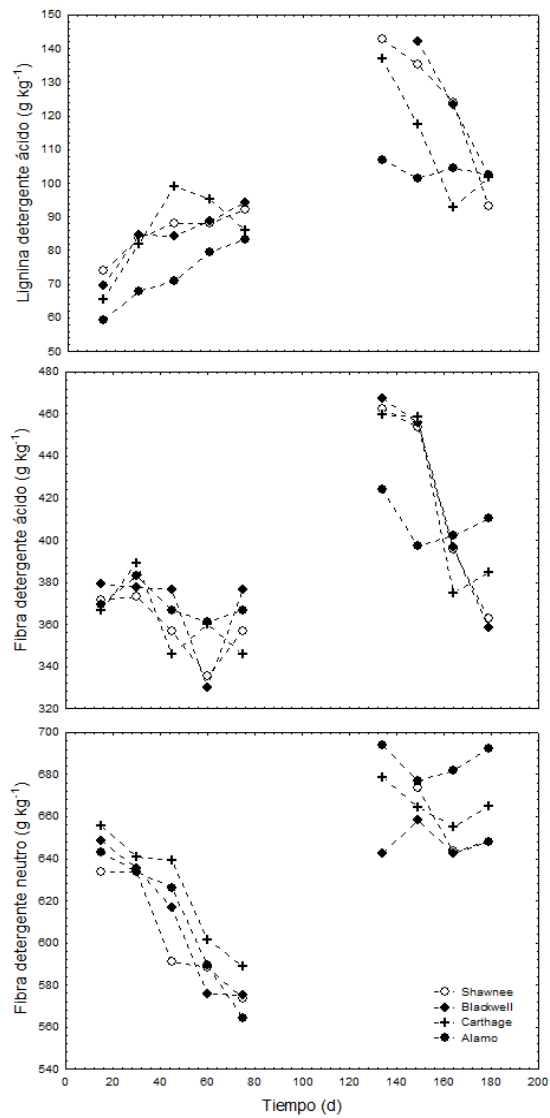


Figura 2. Concentraciones de LDA, FDA y FDN en las diferentes fechas de corte.

Finalmente, es conveniente mencionar que los rendimientos de etanol por tonelada de materia seca se estiman alrededor de 380 L (Renewable and Applicable Energy Laboratory 2007), entonces hipotéticamente tendríamos una producción de 4020.4 litros de etanol por hectárea, tomando como rendimiento las 10.58 toneladas producidas por la variedad Álamo.

## CONCLUSIONES

El rendimiento de la variedad Álamo, y la calidad de la materia seca evaluada en switchgrass sembrado en parcelas experimentales en Marín, N. L. son similares a los reportados, para algunas regiones de Estados Unidos, Canadá y Europa. Por lo tanto, podemos inferir que existe potencial de este cultivo para la producción de biocombustibles en México.

La información generada en este experimento puede ser un punto de comparación para el caso de que plantas locales de otras especies fueran evaluadas con fines similares.

## LITERATURA CITADA

- Adler, P. R., Sanderson M. A., Boateng A. A., Weimer P. J. y Jung H-J G. 2006. Biomass Yield and Biofuel Quality of Switchgrass Harvested in Fall or Spring. *Agron. J.* 98: 1518-1525.
- Brejda, J. J. 2000. Fertilization of native warm-season grasses. P. 177-200. In Muir J. P., Sanderson M. A., Ocumpaugh W. R., Jones R. M. y Reed R. L. 2001. Biomass production of Alamo switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing. *Agron J.* 93:896-901
- Buxton D. R. y Fales S. L. 1994. Plant environment and quality. *In* Forage quality, evaluation, and utilization. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Cassida K. A., Muir J. P., Hussey M. A., Read J. C., Venuto B. C. y Ocumpaugh W. R. 2005. Biofuel component concentrations and yields of switchgrass in south central U. S. environments. *Crop. Sci.* 45:682-692
- Elbersen H. W., Christian H. G., El Bassam N., Sauerbeck G., Alexopolou E., Sharma N. y Piscioneri I. 2004 A management guide for planting and production of switchgrass as a biomass crop in Europe. 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 10-14 May 2004, Rome, Italy
- Fisher D. S., Burns J. C. y Mayland H. F. 2005. Ruminant selection among switchgrass hays cut at either sundown or sunup. *Crop sci.* 45:1394-1402
- Fuentes R. G. y Taliaferro C. M. 2002. Biomass yield stability of switchgrass cultivars. *In* Trends in New Crops and New Uses. J. Janick and A. Whipkey (eds.). ASHS Press, Alexandria, VA
- Lee D., Owens V. N. y Jeranyama P. 2007. Composition of Herbaceous Biomass Feedstocks. Plant Science Department, South Dakota State University. Sun Grant Initiative, North Central Center
- McLaughlin, S. B. y Kszos, L. A. 2005. Development of switchgrass (*Panicum virgatum*) as a bioenergy feedstock in the United States. *Biomass and Bioenergy* 28:515-535.



- Madakadze I. C., Stewart K., Peterson P. R. Coulman B. E. y Smith D. L. 1999. Switchgrass biomass and chemical composition for biofuel in eastern Canada. *Agron. J.* 91:696-701
- Moser, L.E. y Vogel, K.P. (1995) Switchgrass, big bluestem, and indiagrass. In: R.F. Barnes, D.A. Miller, and C.J. Nelson (Eds.) *Forages*, Vol. 1, An Introduction to Grassland Agriculture. Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp. 409–420.
- Muir J. P., Sanderson M. A., Ocumpaugh W. R., Jones R. M. y Reed R. L. 2001. Biomass production of Alamo switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing. *Agron J.* 93:896-901
- Sanderson, M. A. y Reed, R. L. 2000. Switchgrass growth and development: water, nitrogen and plant density effects. *J. Range Manage.* 53:221-227
- Sanderson, M. A., Read J. C. y Reed, R. L. 1999. Harvest management of switchgrass for biomass feedstock and forage production. *Agron. J.* 91:5-10
- Sladen, S.E., Bransby, D.I. y Aiken, G.E. 1991 Biomass, Yields, Composition, and Production Costs for Eight Switchgrass Varieties in Alabama. *Biomass and Bioenergy* Vol 1(2): 119-122.
- Trebbi, G. 1993. Power-production options from biomass: The vision of a southern European utility. *Bioresource Technol.* 46:23-29
- Van Soest, P.J., Robertson J. B. y Lewis B. A. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in relation animal nutrition. *J. Dairy Science* 74:3583-3593
- Vogel K. P. 1996. Energy production from forages or American Agriculture: Back to the Future. *J. Soil Water Conserv.* 51:137-139.
- Vogel, K. P. y Jung, H. G. 2000. Genetic improvement of switchgrass and other herbaceous plants for use as biomass fuel feedstock. *Bioenergy Feedstock Development Program*. Environmental sciences Division. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN
- Vogel, K. P., y Jung, H. G.. 2001. Biomass yield and quality of 20 switchgrass plants for feed and fuel. *Crit. Rev. Plant Sci.* 20:15–49.
- Wright, L. 2007. Historical perspective on how and why switchgrass was selected as a “model” high-potential energy crop. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN

## **EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y CALIDAD FORRAJERA DE MAGUEY (*Agave americana*) Y NOPAL (*Opuntia lindheimeri*) EN MARÍN, NUEVO LEÓN, MÉXICO**

### **PRODUCTIVE EVALUATION AND FORAGE QUALITY OF AGAVE (*Agave americana*) AND CACTUS PEAR (*Opuntia lindheimeri*) IN MARIN, NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

**Jose Romualdo Martínez López<sup>1\*</sup>, Erasmo Gutiérrez Ornelas<sup>2</sup>, Rigoberto E. Vázquez Alvarado<sup>2</sup>, Ma. De los Angeles Peña del Río<sup>1</sup>, Guillermo Juan García Dessommes<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> CEGET-INIFAP, <sup>2</sup> FA-UANL, \*autor de correspondencia.  
email: martinez.romualdo@inifap.gob.mx.

### **RESUMEN**

El nopal y el maguey son especies que pueden prosperar en ecosistemas fuertemente erosionados, debido al tipo de desarrollo radical y a su fisiología. Estas plantas, generalmente son de baja calidad nutricional, sin embargo, se han usado por más de 100 años como una alternativa de sobrevivencia para la alimentación del ganado y como ingrediente de raciones de alimentación normales, sin embargo, uno de los problemas más importantes que limitan esta actividad es la falta de conocimiento que le permita hacer uso racional y sistemático del recurso. El presente estudio se instaló en abril de 2006 y se evaluó la producción y calidad forrajera del 2007 al 2009. Los tratamientos a evaluar fueron nopal nativo y maguey inoculados con cepa comercial y cepa nativa. Las variables medidas fueron: materia seca por planta (MS planta<sup>-1</sup>), proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), cenizas, fósforo (P) y calcio (Ca). La producción de materia seca por planta (MS planta<sup>-1</sup> gr) tuvo diferencia significativa para el efecto de especie y tiempo (meses). Los resultados encontrados, muestran diferencias muy marcadas en la producción de estas especies, favoreciendo al maguey (2541 g vs. 760). El maguey produjo en el primer año más materia seca que el nopal nativo al segundo año y el 50% de lo que produjo en el tercer año. El maguey y el nopal produjeron 2.5 y 0.76 kg de MS planta<sup>-1</sup>, respectivamente, que extrapolando a una hectárea, corresponderían a 1.905 y 0.95 t de MS h<sup>-1</sup>, lo que se explica al ser plantas inmaduras, de tres años de edad y las que pasaron por dos años secos. PC mostró interacción entre los efectos principales, comportándose mejor el nopal inoculado con la cepa comercial (7.6%). El contenido de NDF, también mostró interacción, teniendo mejor (22.74%) y peor (43.62) comportamiento la cepa comercial y la cepa nativa en nopal. El contenido de ceniza fue de 18.15 y 20.08% para agave y nopal, respectivamente. Aun y cuando el maguey tuvo mayor porcentaje de P que el nopal, ambas especies contienen un bajas cantidades. Los resultados encontrados en este trabajo, demuestran el potencial productivo de maguey y nopal bajo condiciones de temporal.

Palabras clave: proteína cruda, fibra detergente neutra, fósforo, calcio.

## ABSTRACT

Cactus pear and agave are species that thrive in ecosystems heavily eroded due to the type of root development and physiology. These plants have poor nutritional quality, however, they have been used for over 100 years as an alternative livelihood for livestock feed and as an ingredient of normal food rations, however, one of the most important problems limit this activity is the lack of knowledge that allows rational and systematic use of the resource. This study was installed in April 2006 and evaluated the forage production and quality from 2007 to 2009. Evaluated treatments were native cactus pear and agave inoculated with commercial and native strain of *Glomus intraradices*. Variables measured were: dry matter per plant (DM plant<sup>-1</sup>), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), ash, phosphorus (P) and calcium (Ca). The production of plant dry matter (DM plant<sup>-1</sup>) had significant difference for the effect of species and time (months). Results obtained show marked differences in production of these species, being better agave (2541 g vs. 760). Agave in the first year produced more dry matter than the native cactus pear in the second year and 50% of what occurred in the third year. Agave and cactus pear were 2.5 and 0.76 kg plant DM<sup>-1</sup>, respectively, extrapolated to a hectare; it would correspond to 1.905 and 0.95 t DM h<sup>-1</sup>, which is explained because they are immature plants three years old and they had two dry years. PC showed interaction between main effects, behaving better cactus inoculated with the commercial strain (7.6%). Contents of NDF, also showed interaction, taking better (22.74%) and lowest (43.62) behavior Commercial and native strain in native cactus. The ash content was 18.15 and 20.08% for agave and cactus, respectively. Even as agave had a greater percentage of P that cactus pear, both species contain small quantities. The findings of this study demonstrate the potential productivity of agave and cactus pear under rainfed conditions.

Keywords: crude protein, neutral detergent fiber, phosphorus, calcium.

## INTRODUCCION

El norte de México posee grandes extensiones desérticas o semidesérticas, donde los periodos de sequía son prolongados y comunes. Estos factores causan bajas producciones forrajeras, lo que aunado a las condiciones climáticas e inadecuados manejos de los agostaderos, han causado el deterioro de grandes extensiones de estos ecosistemas, afectando al suelo, último receptor de tales efectos y elemento de enlace entre los factores bióticos y abióticos, además de ser considerado como no renovable ( Fuentes-Rodríguez, 1997). Sin embargo, existen especies que pueden prosperar en suelos erosionados de áreas desérticas y semidesérticas. El nopal y el maguey son especies que pueden prosperar en ecosistemas fuertemente erosionados, debido al tipo de desarrollo radical y a su fisiología (Granados y Castañeda, 1996). Estas plantas, generalmente son de baja calidad nutricional y se han usado por más de 100 años como alternativa de sobrevivencia para la alimentación del ganado y como ingrediente de raciones de alimentación normales (Fuentes-Rodríguez, 1997), sin embargo, uno de los problemas más importantes que limitan esta actividad es la falta de conocimiento que le permita hacer uso racional y sistemático del recurso. Estudios de producción de hojas nuevas que se separan del cogollo y consideradas como indicadores del crecimiento en *Agave tequilana* revelan que esta especie crece durante todo el año. Sin embargo, en la

estación invernal hay una disminución de la tasa de crecimiento en comparación con el verano época en que ocurre la temporada de lluvias en el occidente de México y se presenta la mayor tasa de crecimiento del año (García, 2004). La productividad neta de *Agave deserti* durante el periodo húmedo de junio-octubre en el desierto sonorense fue de 5.7 ton ha<sup>-1</sup> (Nobel, 1984), encontrando que el estatus hídrico representa el 97% de la productividad. Para producir mezcal, usualmente se utiliza la piña, el tallo y la parte basal de las hojas. El peso de la piña en *Agave tequilana* Weber representa el 54% del peso total de la planta, el resto de la parte alta de la penca es abandonado en el campo sin uso futuro (Iñiguez-Covarrubias *et al.*, 2001). El bagazo del maguey está compuesto de fibras largas y los productores mencionan que tamaños de fibras mayores a 15 cm causan problemas digestivos y aun la muerte en bovinos y ovinos. Los bovinos, ovinos y caprinos muestran una diarrea severa cuando son alimentados completamente con maguey o pencas de desvirado (Pinos-Rodríguez *et al.*, 2006). Análisis realizados por Pinos-Rodríguez *et al.*, (2006) mostraron que la materia seca varía de 19.5 a 24% para magueyes inmaduros y de dos años, respectivamente. Las cenizas variaron de 12.7 a 9.9% para maguey inmaduro y magueyes de 2 años, respectivamente. En maguey inmaduro, la proteína cruda, FDN y azúcares totales fueron 3.1, 13.1 y 44.4%, respectivamente, mientras que en magueyes de dos años los valores fueron de 2.1, 10.3 y 64.2%, respectivamente. Para magueyes inmaduros y magueyes de 2 años, la digestibilidad *in vitro* a las 72 hrs, fue de 70.8 y 85%, respectivamente. Por los resultados mostrados anteriormente, se deduce que el uso de magueyes inmaduros no es conveniente ya que es bajo en azúcar y alto en saponinas. Las piñas del maguey tienen altos contenidos de carbohidratos totales y bajos porcentajes de FND, características nutritivas importantes. El contenido nutrimental en las hojas de tres especies de agaves (*Agave agustifolia*, *A. karwinskii* y *Agave spp.*) promedió 0.32, 4.47, 3.29 y 2.10% para P, Ca, K y Mg, respectivamente (Velasco-Velasco *et al.*, 2009), además de observar que la concentración mineral en el tejido foliar es mayor que en el tejido de la piña.

El nopal es extensivamente utilizado como un alimento de ganado de emergencia durante épocas de extrema sequía, en áreas áridas y semiáridas del mundo (Le Houérou, 1994). Estas características las hacen muy prometedoras para suelos pobres y con poca disponibilidad de agua para riego (Silva y Acevedo, 1985). El problema es superado mediante el uso de técnicas simples, como quemadores de propano (Felker, 1995). Algunas especies de *O. ficus-indica* no tienen espinas, y son fácilmente consumidas por el ganado. La textura del suelo y la precipitación son los principales factores relacionados con la productividad de *O. ficus-indica*. En suelos arenosos, la productividad varía de 3 a 9 t de MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en áreas con 200 a 400 mm, en suelos profundos y arenosos, con una eficiencia promedio en el uso de agua de lluvia de 15 a 22,5 kg de MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, respectivamente), cuando la competencia de la vegetación nativa es eliminada o reducida al mínimo (Le Houérou, 1996), aunque puede alcanzar 20 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Azócar y Rojo, 1991).

La composición mineral del nopal para N, Ca, Mg, K, y P reportado por Magallanes *et al.*, (2003), así como Hernández (2004) promediaron 1.16, 0.115, 4.47, 4.35 y 1.47%.

Por lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron:

1. Evaluar la producción de materia seca de agave y nopal y la influencia de inoculación micorrízica.

2. Estimar la calidad nutricional de agave y nopal en base al contenido de proteína cruda, fibra y minerales.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en Marín, N. L. México, a 25° 53' latitud norte, 100° 03' longitud oeste y una altitud de 375 msnm.

Para el presente trabajo, el nopal (*Opuntia lindheimeri*) y el maguey (*Agave americana*) fueron plantados en 3 bordos a nivel, preparados con tractor y pala mecánica en abril de 2006. Cada bordo fue considerado como Bloque. Los bordos midieron 80 cm de ancho y 50 cm de altura, en forma triangular, donde la longitud fue de 200 m y con una separación de aproximadamente 30m entre bordos. Cada bordo fue sembrado con 30 plantas por tratamiento para asegurar la sobrevivencia de suficientes unidades experimentales para la evaluación de los tratamientos. El diseño experimental fue bloques al azar bajo un arreglo factorial 2 x 2, con dos tipos de inoculación (comercial y nativa) y las dos especies antes mencionadas. Cabe mencionar que el nopal liso forrajero fue también sembrado pero fue consumido por liebres (*Lepus californicus*) principalmente. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS V15 (2006). Cuando se requirió hacer comparación de medias, se uso el método de Tukey.

La inoculación comercial se realizó con *Glomus intraradices*, biofertilizante producido por INIFAP, el cual contiene como mínimo, 20 propágulos 1 g<sup>-1</sup> de inóculo. A cada planta inoculada se le proporcionó 25 g de inóculo, esto es, mínimamente 500 propágulos. Para inocular con la cepa nativa de *Glomus intraradices*, simplemente se sembraron en el mismo suelo. Este experimento se condujo bajo condiciones de temporal.

Las variables evaluadas fueron Ceniza, Ca, P, PC, NDF y Porcentaje de materia seca (MS), a un año después de su siembra. Sin embargo, la producción de materia seca por planta (MS planta-1), se evaluó a 1, 2 y 3 años. Dos cladodios representativos de cada unidad experimental de nopal; y la hoja de una año y la hoja recién liberada del cogollo del maguey, fueron cortados en tamaños de 5 a 10 cm y colocados en una estufa de secado a 60 °C durante 72 h para evaluar su contenido de materia seca; posteriormente, las muestras fueron pasadas por un molino Wiley equipado con malla de 2 mm. Las muestras fueron analizadas posteriormente para PC (AOAC, 1990), FDN (Van Soest *et al.*, 1991), P y Ca (Fick *et al.*, 1976). Se contabilizaron las pencas de las plantas muestreadas que brotaron durante el año, para estimar la producción de MS planta-1.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Producción forrajera

La producción de materia seca por planta ( $MS\ planta^{-1}$  (gr)) tuvo diferencia significativa para el efecto de especie y tiempo (meses). El factor tipo de inoculación, las dobles interacciones y la triple interacción, no tuvieron significancia. Los resultados encontrados, muestran diferencias muy marcadas en la producción de estas especies, favoreciendo al maguey (Fig. 1). El maguey produjo en el primer año más materia seca que el nopal nativo al segundo año y el 50% de lo que produjo en el tercer año.

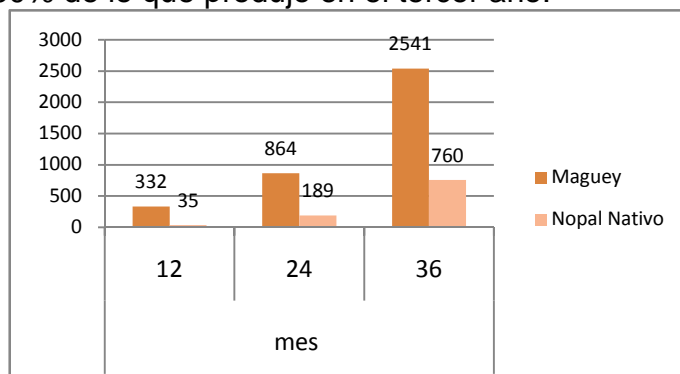


Fig. 1. Promedios productivos de  $MS\ planta^{-1}\ año^{-1}$

Al realizar una regresión lineal simple para la producción de maguey, con la variable dependiente  $MS\ planta^{-1}$  y, mes como variable independiente, esta fue altamente significativa ( $P < 0.01$ ) y con una  $R^2 = 0.8$ . Se obtuvo la siguiente ecuación:

$$Y = -962.9 + 92.03mes$$

Al forzar la constante en cero se genera la tendencia lineal esperada (Fig. 2). La regresión lineal simple para nopal nativo, usando la misma variable dependiente e independiente se especifica en la ecuación:

$$Y = -397.3 + 30.2mes$$

Martínez (1994) encontró que 750 plantas de agave producen alrededor de 6.1 t de  $MS\ h^{-1}$ . Igualmente, Hamilton (1992) reportó que 1250 plantas de *Opuntia*, producen 3.5 t de  $MS\ h^{-1}$ . Aquí se encontró que el maguey y el nopal produjeron 2.5 y 0.76 kg de  $MS\ planta^{-1}$ , respectivamente, que extrapolando a una hectárea, corresponderían a 1.905 y 0.95 t de  $MS\ h^{-1}$ , lo que se explica porque son plantas inmaduras, de tres años de edad y las que pasaron por dos años secos. Los resultados encontrados en este trabajo, demuestran el potencial productivo de maguey y nopal bajo condiciones de temporal.

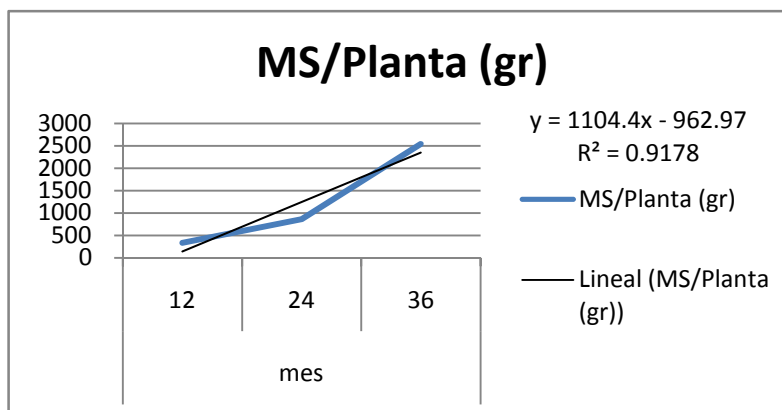


Fig. 2. Tendencia lineal de MS planta-1 respecto al tiempo (meses).

Igualmente, forzando la constante en cero generó la tendencia lineal esperada (Fig. 3).

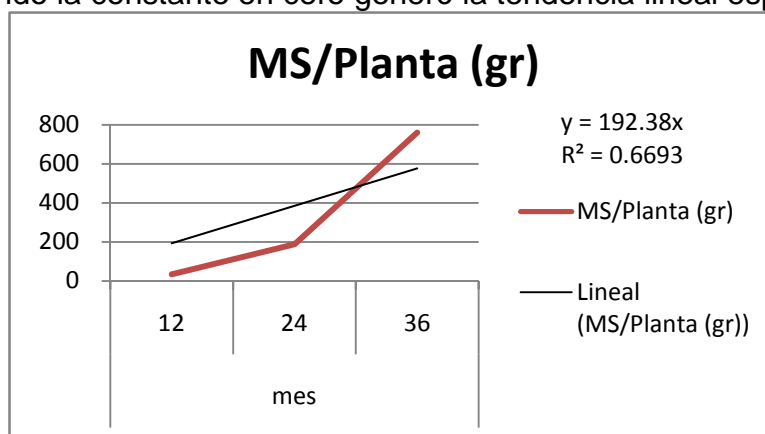


Fig. 3. Tendencia lineal de la MS planta<sup>-1</sup> respecto al tiempo (meses) en nopal.

### Calidad forrajera

Los análisis estadísticos no detectaron efecto de la inoculación en ninguna de las variables evaluadas para determinar la calidad forrajera, lo que significa que las micorrizas nativas pueden sustituir la biofertilización comercial en estas especies y bajo condiciones de temporal (Cuadro 1). Sin embargo, en *Agave cocui* se encontró efecto positivo a la inoculación (Naranjo-Briceño *et al.*, 1998).

La MS fue significativamente mayor para agave (14.15%), comparado con nopal (10.59%), mostrando que aun en épocas secas, el nopal mantiene reservas hídricas (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con los reportados por Fuentes-Rodríguez (1997b) y Gutiérrez *et al.*, (2007), donde se observa la consistencia del alto contenido de humedad en estas especies.

El efecto de especie fue significativo para Ceniza, P, y MS, sin mostrar efecto de interacción. PC y NDF mostraron efecto de interacción (Cuadro 2).

PC mostró interacción entre los efectos principales (Fig. 4), comportándose mejor el nopal inoculado con la cepa comercial (7.6%). Estos resultados coinciden con Gutiérrez *et al.*, (2007) en nopal Liso Forrajero y Copena F-1, sin embargo Fuentes-Rodríguez (1997b) reporta contenidos menores (4%) para *O. lindheimeri*. En maguey, Martínez (1994) encontró 4.5 y 4.6% de PC para *A. atrovirens* y *salmiana*, respectivamente, valores similares a los encontrados en este trabajo, mientras que Fraps (1932) reportó 7.4% para

A. *americana*. Estos resultados reflejan que estas especies forrajeras requieren suplementación proteica para la producción de rumiantes domésticos (National Research Council, 1981 y 1994). El nivel proteico en nopal forrajero cultivado puede ser incrementado mediante fertilización nitrogenada (González, 1989).

El contenido de NDF, también mostró interacción, teniendo mejor y peor comportamiento la cepa comercial y la cepa nativa en nopal (Fig. 5). En nopal Liso Forrajero y Copena F-1, se encontraron valores de alrededor de 17% (Gutiérrez *et al.*, 2007, Fuentes-Rodríguez, 1997). El NDF está compuesto por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, principalmente y a medida que se incrementa su valor, disminuye su digestibilidad, disminuyendo la cantidad que los animales pueden consumir.

Cuadro 1. Calidad forrajera de maguey y nopal nativo inoculado con cepas comerciales y nativas. Efecto de Inoculación micorrízica.

Variable	Inoculación		Error Estándar
	Comercial	Nativa	
Materia Seca, %	12.07	12.67	0.61
Proteína Cruda <sup>C</sup> , %	6.53	5.78	0.25
Fibra Detergente Neutro <sup>C</sup> , %	34.11	33.18	1.07
Cenizas <sup>C</sup> , %	18.80	19.03	0.40
Fósforo <sup>C</sup> , %	0.10	0.093	0.006
Calcio <sup>C</sup> , %	8.09	7.98	0.27

<sup>a,b</sup> Medias en la misma hilera con distinta letra difieren (P<0.05)

<sup>c</sup> Contenido expresado en base a la Materia Seca.

Cuadro 2. Calidad forrajera de maguey y nopal nativo inoculado con cepas comerciales y nativas. Efecto de especie forrajera.

Variable	Variedad		Error Estándar
	Maguey	Nopal Nativo	
Materia Seca, %	14.15 <sup>a</sup>	10.59 <sup>b</sup>	0.61
Proteína Cruda <sup>C</sup> , %	5.57 <sup>b</sup>	6.75 <sup>a</sup>	0.25
Fibra Detergente Neutro <sup>C</sup> , %	25.17 <sup>b</sup>	42.12 <sup>a</sup>	1.07
Cenizas <sup>C</sup> , %	18.15 <sup>b</sup>	19.72 <sup>a</sup>	0.40
Fósforo <sup>C</sup> , %	0.12 <sup>a</sup>	0.07 <sup>b</sup>	0.006
Calcio <sup>C</sup> , %	8.07	7.99	0.274

<sup>a,b</sup> Medias en la misma hilera con distinta letra difieren (P<0.05)

<sup>c</sup> Contenido expresado en base a la Materia Seca.



El contenido de ceniza fue de 18.15 y 20.08% para agave y nopal, respectivamente (Cuadro 2). En *A. americana*, Fraps (1932) encontró 12.3% de cenizas, mientras que Laksevela y Said (1970) reportaron 15.6% en *A. fourcroydes*. En *Opuntia*, Gutiérrez *et al.*, (2007) encontró 30.5% y Fuentes-Rodríguez (1997b) 25.5%. Tanto el maguey como el nopal, muestran altos contenidos de cenizas, al compararlos con zacate buffel (Ramírez-Lozano, *et al.*, 2001) (*Cenchrus ciliaris*), el cual contiene alrededor del 11.6%, disminuyendo fuertemente la materia orgánica. No obstante, ambas especies son utilizadas en épocas de estiaje.

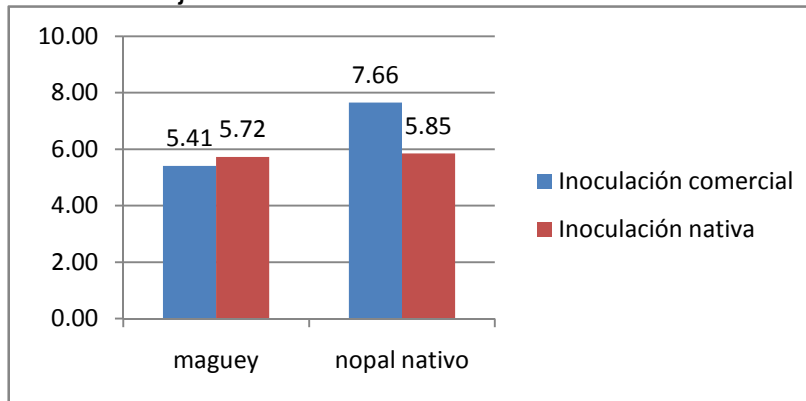


Fig. 4. Interacción Especie – Tipo de Inoculación para la variable proteína cruda.

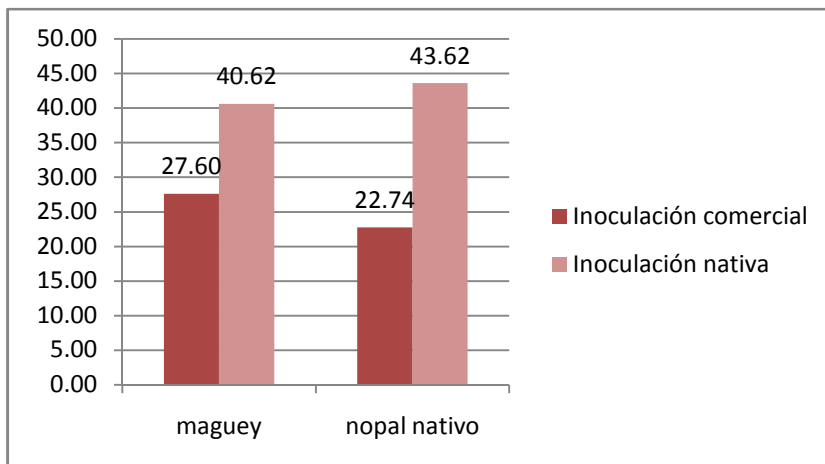


Fig. 5. Interacción Especie – Tipo de Inoculación para la variable FDN.

Aun y cuando el maguey tuvo mayor porcentaje de P que el nopal, ambas especies contienen bajas cantidades. Gutiérrez *et al.*, (2007) encontró en las variedades de Liso forrajero y Copena F-1 valores de alrededor de 0.08%, coincidiendo con lo encontrado en este trabajo (Cuadro 2).

Para la variable Ca, no se encontró efecto significativo para ningún factor, resultados que coinciden con los encontrados por Gutiérrez *et al.*, (2007) en nopal Liso Forrajero (*Opuntia sp.*) y Copena F-1 (*Opuntia sp.*). En agave, no se localizó literatura sobre análisis bromatológicos de Ca. El cuadro 2 resume las variables de producción y calidad, de maguey y nopal.

## CONCLUSIONES

1. La producción forrajera de maguey fue muy superior a la de nopal nativo, en este periodo de tiempo, sin embargo debe considerarse que el nopal es una planta más longeva que el maguey.
2. La calidad forrajera de ambas especies es similar, basado en los datos colectados, ya que el nopal nativo fue mejor en cuanto a proteína cruda y el maguey tuvo menor FND, siendo dos de las características más importantes que determinan la calidad de un forraje.  
Tanto el nopal nativo como el maguey son buenas opciones para mejorar la calidad del suelo, siendo alternativas forrajeras aceptables para los agostaderos del semidesierto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. A.O.A.C 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 13th. Ed. Washington, D.C.
2. Azócar P, Rojo H. 1991. Uso de cladodios de tuna (*Opuntia ficus-indica*) como suplemento forrajero estival de cabras en lactancia en reemplazo de heno de alfalfa. *Avances en Producción Animal*, 16(1-2): 173-182.
3. Felker, P. 1995. Forage and fodder production and utilization. p.144-154, in: G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta-Barrios (eds) *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*. FAO Plant Production and Protection Paper, 132.
4. Fick K. R., S. M. Miller, J. D. Funck; L. R. McDowell, R. H. HOUSER. 1976. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Latin American Research Program. Gainesville, University of Florida. 90 p.
5. Fraps, G. S. 1932. Texas Agricultural Experiment Station. Bulletin No. 461. <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/es/Data/348.htm>
6. Fuentes-Rodríguez J. 1997. A Comparison of the Nutritional Value of *Opuntia* and *Agave* Plants for Ruminants. *J. PACD*. 20-22.
7. Fuentes-Rodríguez J. 1997b. Feeding Prickly Pear Cactus to Small Ruminants in Northern Mexico. I. Goats. *J. PACD*. 23-25.
8. García-Galindo J. 2004. Ecofisiología de plantas jóvenes del agave azul (*Agave tequilana*) Weber. Tesis de Maestría, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.
9. Gonzalez. C.L. 1989. Potential of fertilization to improve nutritive value of pricklypear cactus (*Opuntia lindheimeri* Engelm.) *Journal of Arid Environments* 16:87-94.
10. Granados S D, Castañeda A D. 1996. *El Nopal*. Ed. Trillas. 1ra. Reimpresión. México. pp. 227.
11. Gutiérrez Ornelas E, Vázquez R, Bernal H. 2007. Reporte PAICYT 2006.
12. Hamilton, J. R. 1992. Planning and cultivating native cactus for cattle feed and wildlife utilization in south Texas. Proc. Third Annual Prickly Pear Council Convention. Kingsville, TX. USA.

13. Hernández L P. 2004. Normas preliminares de diagnóstico de nutriente compuesto para nopal (*Opuntia ficus-indica* L. Miller). Tesis Profesional. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 83 p.
14. Iñiguez-Covarrubias G, Días-Teres R, Sanjuan-Dueñas R, Anzaldo-Hernandez J, Rowell R M. 2001b. Utilization of by-products from the tequila industry, Part 2: potential value of Agave tequilana Weber azul leaves. *Biores. Technol.* 77:101-108.
15. Laksevela B, Said A N. 1970. Kenya Sisal Bd. *Bull.* No. 71:13. <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afris/es/Data/350.htm>
16. Le Houérou, H.N. 1994. Drought tolerant and water-efficient fodder shrubs (DTFS), their role as a "drought insurance" in the agricultural development of arid and semi-arid zones in southern Africa. Report to the Water Research Commission of South Africa. Pretoria, South Africa. 139 p.
17. Le Houérou H.N. 1996. The role of cacti (*Opuntia spp.*) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. *Journal of Arid Environments.* 33: 135-159.
18. Naranjo-Briceño L, Díaz M, Granadillo E. 1998. Efecto de la Fertilización Orgánica y la Inoculación con Hongos Micorrízicos Arbusculares sobre la Productividad del Agave cocui. (Trelease). Laboratorio de Ecofisiología Vegetal, CIEZA-UNEFM. Venezuela. <http://espanol.geocities.com/lenaranjo/proyectosMicorrizas.htm>
19. National Research Council. 1981. Nutrient requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries. Washington D.C. National Academy Press. 91 pp.
20. National Research Council. 1994. Necesidades nutritivas del ganado vacuno de carne. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 104 pp.
21. Nobel P S. 1984. Productivity of *Agave deserti*: measurement by dry weight and monthly prediction using physiological responses to environmental parameters. *Oecologia.* 64:1-7.
22. Magallanes Q R, Valdez-Cepeda R D, Pérez V O, Blanco M F, Murillo A B, Márquez M M, Ruiz-Garduño R R, García-Hernández J L. 2003. Normas preliminares de diagnóstico nutricional en *Opuntia ficus indica*, pp. 293-297. En: Memoria IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional Sobre Conocimiento y Aprovechamiento de Nopal. Esparza, F. G.; Salas Luevano, M. A.; Mena, C. J.; Valdez-Cepeda, R. D. (eds.). Zacatecas, Zacatecas, México.
23. Martínez C J. 1994. Valor nutricional de dos especies de maguey (*Agave atrovirens* y *Agave salmiana*) en el sur del estado de Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
24. Pinos-Rodríguez J M, Aguirre-Rivera J R, García-López J C, Rivera-Miranda M T, González-Muñoz S, Lopez-Aguirre S, Chávez-Villalobos D. 2006. Use of "Maguey" (*Agave salmiana* Otto ex. Salm-Dick) as forage for ewes. *J. Appl. Anim. Res.* 30:101-107.
25. Ramírez-Lozano R G, Enríquez A, Lozano F. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *CIENCIA UANL.* Vol. IV, No. 3:314-321.
26. Silva, H. y E. Acevedo. 1985. Introducción y adaptación de *Opuntia spp.* en el secano mediterráneo árido de la IV región. Informe Final. Proyecto 0065. Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 136 pp.

27. SPSS. 2006. Statistical Package for Social Sciences. Release 15 for Windows.
28. Van Soest P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
29. Velasco-Velasco V A, Ruiz Luna J, Guzmán Sebastián K C, Jiménez Ruiz M, Enríquez del Valle J R, Campos Ángeles G V. 2009. Contenido nutrimental en tres especies de agaves de los valles centrales de Oaxaca. En: *Avances en la Ciencia del Suelo. XXXIV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Unidos por el Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales.* Preciado-Rangel P (Ed.) Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Pp. 107-110.

## SUPLEMENTACIÓN A BECERRAS EN PASTOREO EN DOS REGIONES DE TAMAULIPAS

### GRAZING SUPPLEMENTATION TO HEIFERS AT TWO REGIONS OF TAMAMULIPAS

José Miguel Ávila Curiel\*, Eduardo A. González Valenzuela\* y José Carlos Villalobos\*\*

\*INIFAP-CIRNE CE Las Huastecas. [avila.josemiguel@inifap.gob.mx](mailto:avila.josemiguel@inifap.gob.mx)

\*\* Texas Tech University

Palabras clave: Suplementación, pastoreo, becerros, praderas

### RESUMEN

El presente estudio se realizó en dos localidades, centro y sur (Padilla y Aldama, respectivamente) de Tamaulipas. Los objetivos fueron: a) evaluar el efecto de la suplementación en pastoreo durante la temporada de sequía y de lluvias a becerras destetadas y b) evaluar el efecto de ofrecer suplemento todos los días o tres veces por semana. Para sequía los tratamientos fueron: T1=testigo, T2=0.500 kg de harinolina por animal por día, T3=1.0 kg de harinolina por animal tres veces por semana. En lluvias se utilizó la suplementación a base de sorgo, pollinaza y melaza (30, 60 y 10%) y los tratamientos T1=testigo, T2=1.0 kg de suplemento por animal por día, T3=2.0 kg de suplemento por animal tres veces por semana. En Aldama los potreros contaban con zacate Guinea (*Panicum maximum*) y en Padilla con pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) invadido de zacate Carretero (*Bothriochloa pertusa*) en más del 50%. Los animales se dividieron en 9 grupos de 3 a 6 becerras cada uno en potreros de 3-4 ha por grupo. Se manejó el pastoreo continuo, con una utilización del forraje disponible no mayor al 50%. Los animales fueron pesados mensualmente para determinar la ganancia diaria de peso (GDP). Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Las becerras se mantuvieron libres de parásitos. El estudio de campo cubrió dos temporadas de lluvias y dos de sequía. La GDP en Aldama, para sequía en 2007 el T2 y T3 fueron superiores ( $P<0.05$ ) con 913 y 900 g de GDP, respectivamente; para el 2008, de nuevo T2 y T3 fueron mejores ( $P<0.05$ ) con 598 y 680 g, GDP, respectivamente. En lluvias, para 2007 de igual manera T2 y T3 fueron superiores ( $P<0.05$ ) con 645 y 672 g de GDP, respectivamente; para el 2008, también T2 y T3 sobresalen ( $P<0.05$ ) con 874 y 803 g de GDP, respectivamente. En Padilla, durante la sequía en 2007, T2 y T3 fueron mejores ( $P<0.05$ ) con 846 y 763 g de GDP; en el 2008, T2 t T3 también fueron mejores ( $P<0.05$ ) con 530 y 453 g de GDP, respectivamente; en lluvias, para el 2007, T2 y T3 fueron superiores ( $P<0.05$ ) con 985 y 910 g de GDP, respectivamente; y para el 2008, también T2 y T3 fueron mejores ( $P<0.05$ ) con 832 y 871 g de GDP, respectivamente. En los dos años y en las dos temporadas T2 y T3 Fueron similares ( $P\geq 0.05$ ) entre si, por lo que al suplementar todos los días o tres veces por semana se logra la misma ganancia de peso. En base a esos resultados la suplementación proteica durante la sequía y proteica-energética en lluvias incrementan las ganancias de peso de becerras en pastoreo.

## SUMARY

This study was conducted in two localities, central and southern (Padilla and Aldama, respectively) of Tamaulipas. The objectives were: a) evaluate the effect of supplementation on grazing during the drought and rainy seasons to weaned calves and b) evaluate the effect of offering supplement daily or three times a week. For drought treatments were: T1 = Control, T2 = 0.500 kg per animal per day cotton seed meal, T3 = 1.0 kg per animal cotton seed meal three times a week. At rainy season supplementation was used in base of sorghum, chicken manure and molasses (30, 60 and 10%) and treatments were: T1 = Control, T2 = 1.0 kg of supplement per animal per day, T3 = 2.0 kg of supplement per animal three times a week. In Aldama had Guinea grass (*Panicum maximum*) pastures and Padilla Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) invaded of Carretero grass (*Bothriochloa pertusa*) in more than 50%. The animals were divided into 9 groups of 3 to 6 calves in each pasture of 3-4 hectares per group. Continuous grazing was managed with use of available forage no more than 50%. The animals were weighed monthly to determine daily weight gain (DWG). A completely randomized design with three treatments and three replications was used. Calves remained free of parasites. The field study covered two rainy and two drought seasons. The DWG in Aldama, drought season in 2007 for the T2 and T3 were higher ( $P < 0.05$ ) with 913 and 900 g of DWG, respectively, for 2008, again T2 and T3 were higher ( $P < 0.05$ ) with 598 and 680 g, DWG, respectively. At rainy season, to 2007 the same way T2 and T3 were higher ( $P < 0.05$ ) with 645 and 672 g of DWG, respectively, for 2008, also T2 and T3 ( $P < 0.05$ ) with 874 and 803 g of DWG, respectively. In Padilla, during the drought season in 2007, T2 and T3 were higher ( $P < 0.05$ ) with 846 and 763 g of DWG, in 2008, T2 T T3 also were higher ( $P < 0.05$ ) with 530 and 453 g of DWG, respectively, in rainy season, in 2007, T2 and T3 were higher ( $P < 0.05$ ) with 985 and 910 g of DWG, respectively, and for 2008, also T2 and T3 were higher ( $P < 0.05$ ) with 832 and 871 g of DWG, respectively. In the two years and two seasons in T2 and T3 were similar ( $P \geq 0.05$ ) between them, so that the supplement every day or three times a week achieved the same weight gain. Based on these results, protein supplementation during the drought season as well as Protein-energy supplementation during rainy season increases weight gain of grazing calves.

## INTRODUCCIÓN

En Tamaulipas existen importantes extensiones establecidas con gramíneas, las cuales representan una inversión en la empresa pecuaria que incrementa considerablemente la producción primaria (forraje) por unidad de superficie y significan un importante apoyo para intensificar los sistemas de producción. Tamaulipas cuenta con 1 063 000 ha tanto de zacate Buffel como de Guinea y Estrella, principalmente en la zona costera, donde la humedad y temperatura cálida permite su desarrollo. (Díaz et al., 1998). A la vez en la mayor parte existen dos temporadas de acuerdo a la distribución de la precipitación; la temporada de lluvias que en general existe abundante forraje y de calidad aceptable para obtener, en el mejor de los casos, ganancias diarias de peso de 0.650 Kg; la otra temporada es la de sequía que es cuando generalmente se presentan problemas de baja

calidad de forraje y desnutrición de los animales que bajo condiciones de buen manejo alcanzan ganancias diarias de peso de 0.450 Kg (Ortega y González, 1992).

Durante la temporada de lluvias es importante considerar que los animales alimentados con pastos en crecimiento activo, pueden incrementar las ganancias diarias de peso, si son suplementados con pequeñas cantidades de una fuente de energía a base de granos como el maíz y sorgo. Pudiendo esperarse ganancias de peso de hasta 1.4 kg por día por animal (Villalobos et al, 1999). Por otra parte aunque se sabe que el contenido proteico de los pastos durante la sequía no cubre los requerimientos del ganado, la suplementación de este nutriente para rumiantes en pastoreo no es una práctica común en la ganadería de Tamaulipas. El cubrir los requerimientos con una fuente de proteína de buena calidad, durante la temporada de sequía puede incrementar la ganancia diaria de peso hasta 0.88 Kg por animal (Villalobos et al, 1999).

El NRC (National Research Council, 1996) recomienda niveles de proteína cruda en la dieta de 6.5, 7.6, 8.6, 9.5 y 11.7% para becerros de 250 Kg y que puedan ganar 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1.0 Kg por día respectivamente, estos niveles deben ser de proteína verdadera y no en base a nitrógeno no proteico. Por otro lado Cochran (1995), menciona que novillos en pastoreo que consumen más del 6.3% de proteína y una digestibilidad de la materia orgánica de más 44% ayuda a incrementar el consumo voluntario del forraje.

Por su parte Hogan (1982), menciona la relación entre proteína y la digestibilidad de la materia orgánica y dice que una relación solo para mantener los requerimientos de los microorganismos del rumen deberá ser de 8.3:1 (DMO:PC), donde animales en pastoreo con relaciones más altas que ésta, presentan problemas para la producción de microbios del rumen. De acuerdo con Villalobos et al. (1999), la relación entre digestibilidad de la materia orgánica y la proteína cruda (DMO:PC) de la dieta de bovinos en pastoreo puede usarse como indicador de cuando suplementar proteína o energía para obtener los mejores beneficios, sugiriendo que una relación adecuada es de 7:1 o ligeramente menor. La práctica de combinar los dos tipos de suplementación a través de las diferentes épocas del año no es conocida en Tamaulipas y ayudaría a terminar los becerros para la engorda en menos tiempo con un ahorro de dinero para los productores dedicados al crecimiento y finalización de becerros de carne.

## OBJETIVO

Evaluar el efecto de la suplementación en pastoreo durante la temporada de sequía y de lluvias a becerras destetadas y el efecto de ofrecer suplemento todos los días o tres veces por semana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en tres localidades de Tamaulipas tratando de cubrir la mayor parte del estado. En la primera localidad se realizó un experimento en el rancho "El Palmoso" localizado en el municipio de Aldama, en la región ganadera conocida como Sierra de Maratines, Los potreros contaban con zacate Guinea (*Panicum maximum*) con algunos árboles de Ébano (*Pithecellobium ebano*) y malezas de hoja ancha como berenjena (*Solanum Spp*).

La segunda localidad fue el Rancho El Coyote municipio de Padilla localizado en la brecha que comunica al municipio de San Carlos Tamaulipas, con la carretera Nuevo Padilla – Jiménez en el Km. 64, Los potreros contenían pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) invadido de zacate Carretero (*Bothriochloa pertusa*) en más del 50% además se encontraron malezas de matorral como son Huisache (*Acacia farnesiana*), Mezquite (*Prosopis leavigata*) y Charrasquillo (*Mimosa biuncifera*) principalmente.

Para evaluar disponibilidad, se realizaron en tres ocasiones muestreos de los potreros por temporada, con la ayuda de un cuadrante. Para evaluar la suplementación se utilizaron un mínimo 27 y un máximo de 45 becerras de destete dependiendo de la localidad, la época y disponibilidad de forraje, con 200 kg de peso promedio, mismas que fueron pesadas mensualmente para determinar las ganancias de peso por animal y por ha. Durante la temporada de sequía los tratamientos fueron: T1= testigo (no suplementación), T2 = 0.500 Kg de suplemento por animal por día, T3 = 1.0 Kg de suplemento por animal tres veces por semana. El suplemento en esta fase fue harinolina. Durante la temporada de lluvias se utilizó el mismo criterio para número de animales con suplementación energética a base de sorgo molido (30%), pollinaza (60%) y melaza (10%) para tener los tratamientos T1= testigo (no suplementación), T2 = 1.0 Kg de suplemento por animal por día T3= 2.0 Kg de suplemento por animal tres veces por semana. Las becerras se dividieron en 9 grupos de al menos 3 animales cada uno y se mantuvieron en potreros separados de 2.8 a 5 ha, dependiendo de la localidad, para cada grupo. Se manejó el pastoreo continuo, tratando de hacer una utilización del forraje disponible no mayor al 50%.

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento por época del año tomando como unidad experimental el promedio del grupo de animales por potrero. Las becerras se mantuvieron, en lo posible, libres de parásitos externos e internos aplicando baños garrapaticida cada 30 días y desparasitaciones internas de acuerdo a análisis coproparasitológicos trimestrales. Se siguió un estricto programa sanitario para controlar enfermedades. El estudio de campo se realizó durante dos años para cubrir al menos dos temporadas de lluvias y dos de sequía. Con la excepción de la tercera localidad que solo se evaluó una temporada de sequía.

## RESULTADOS

En Aldama, para sequía, la ganancia diaria de peso por animal, en 2007 fue inferior en el T1 ( $P<0.05$ ) con 657 gr de ganancia diaria de peso (GDP), mientras que T2 y T3 resultaron similares ( $P>0.05$ ) con 913 y 900 gr por animal: Para el 2008, T1 de nuevo fue inferior ( $P<0.05$ ) con 441 gr de GDP. T2 y T3 fueron iguales ( $P>0.05$ ) con GDP de 598 y 680 gr, respectivamente (Cuadro 1). Las ganancias de peso por ha (cuadro 2), tuvieron un comportamiento similar a las GDP por animal. Cabe mencionar que el número de animales utilizado fue de una becerro por ha en los dos años. En lluvias, en el 2007, para ganancia diaria de peso por animal (Cuadro 1), el T1 fue inferior ( $P<0.05$ ) con 507 gr (GDP) a T2 y T3 que resultaron con 645 y 672 gr de GDP.

Para el 2008, T1 fue inferior ( $P<0.05$ ) con 618 gr de GDP a T2 y T3 que resultaron con GDP de 874 y 803 gr, respectivamente, estos últimos similares ( $P>0.05$ ) entre sí en los dos años. Las ganancias de peso por ha (cuadro 2), tuvieron un comportamiento similar a las GDP por animal, el número de animales utilizado fue de dos becerras por ha, en el 2007 y de 1.6 becerras por ha, en el 2008. La disponibilidad de forraje se presenta en el



cuadro 3, en general se observa un comportamiento positivo entre los dos años, lo que indica que las cargas fueron ajustadas correctamente.

Cuadro 1.- Ganancias diarias de peso por animal con suplementación proteica – energética en Aldama, Tamps.

Tratamiento	GDP en 2007 kg/animal		GDP MS en 2008 kg/animal	
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias
Testigo (T1)	0.657 b	0.507 b	0.441 b	0.618 b
Sup. Diario (T2)	0.913 a	0.645 a	0.598 a	0.874 a
Sup. Ter. día (T3)	0.900 a	0.672 a	0.680 a	0.803 a

Por columna literales diferentes indican diferencia estadística ( $P<0.05$ ).

Cuadro 2.- Ganancias diarias de peso por ha con suplementación proteica–energética en Aldama, Tamps.

Tratamiento	GDP en 2007 kg/ ha		GDP MS en 2008 kg/ ha	
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias
Testigo (T1)	0.657 b	1.014 b	0.441 b	1.030 b
Sup. Diario (T2)	0.913 a	1.290 a	0.598 a	1.456 a
Sup. Ter. día (T3)	0.900 a	1.384 a	0.680 a	1.338 a

Por columna literales diferentes indican diferencia estadística ( $P<0.05$ ).

Cuadro 3.- Disponibilidad de forraje de potreros con suplementación proteica-energética en Aldama, Tamps.

Tratamiento	Disponibilidad de MS en 2007 kg/ha		Disponibilidad de MS en 2008 kg/ha	
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias
Testigo (T1)	3560	5222	4280	5566
Sup. Diario (T2)	3613	5880	5000	5677
Sup. Ter. día (T3)	3560	4660	3400	6496

En Padilla para sequía 2007, como se muestra en el cuadro 4, T1 fue inferior ( $P<0.05$ ) 439 gr de ganancia diaria de peso a T2 y T3 que resultaron con 846 y 763 gr por becerra; para el 2008, T1 también fue inferior ( $P<0.05$ ) con 253 gr de GDP, a T2 y T3 que resultaron con 530 y 453 gr, respectivamente, estos dos últimos resultaron similares ( $P>0.05$ ) entre si en los dos años, el número de animales utilizado en estas etapas fue de 0.75 becerros por ha. En lluvias, para el 2007, en el cuadro 4 se muestran ampliamente los resultados e indican que, T1 fue inferior ( $P<0.05$ ) con 731 gr de GDP a T2 y T3 que resultaron con 985 y 910 gr respectivamente; y para el 2008, T1 también fue inferior ( $P<0.05$ ) con 685 gr de GDP a T2 y T3 que resultaron con 832 y 871 gr, respectivamente, estos dos últimos resultaron similares ( $P>0.05$ ) entre si en los dos años. Los animales utilizados en estas etapas fue de una becerro por ha en ambas etapas. La ganancia diaria de peso por ha se muestra en el cuadro 5, observando el mismo comportamiento que en las ganancias por animal. La disponibilidad de forraje se muestra en el cuadro 6 y se puede observar un incremento marcado en 2008 lo que indica el manejo adecuado de las praderas y una temporada de lluvias extraordinaria.

Cuadro 4.- Ganancias diarias de peso por animal con suplementación proteica – energética en Padilla, Tamps.

Tratamiento	GDP en 2007 kg/animal		GDP MS en 2008 kg/animal	
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias
Testigo (T1)	0.439 b	0.731 b	0.253 b	0.685 b
Sup. Diario (T2)	0.846 a	0.985 a	0.530 a	0.832 a
Sup. Ter. día (T3)	0.763 a	0.910 a	0.453 a	0.871 a

Por columna literales diferentes indican diferencia estadística (P<0.05).

Cuadro 5.- Ganancias diarias de peso por ha con suplementación proteica – energética en Padilla, Tamps.

Tratamiento	GDP en 2007 kg/ ha		GDP MS en 2008 kg/ ha	
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias
Testigo (T1)	0.329 b	0.731 b	0.190 b	0.685 b
Sup. Diario (T2)	0.635 a	0.985 a	0.398 a	0.832 a
Sup. Ter. día (T3)	0.572 a	0.910 a	0.340 a	0.871 a

Por columna literales diferentes indican diferencia estadística (P<0.05).

Cuadro 6.- Disponibilidad de forraje de potreros con suplementación proteica-energética en Padilla, Tamps.

Tratamiento	Disponibilidad de MS en 2007 kg/ha		Disponibilidad de MS en 2008 kg/ha	
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias
Testigo (T1)	3120	4200	2920	6049
Sup. Diario (T2)	3030	3632	3840	6164
Sup. Ter. día (T3)	3966	4069	3800	5881

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Para la región de Aldama (Sur de Tamaulipas), la suplementación proteica durante la sequía y proteica-energética en lluvias, resultaron factibles ya que las ganancias extras de peso de 150 a 250 gr por día por animal, cumplen con lo estipulado en las metas de este proyecto. Además al observar las ganancias de peso por ha, resultan similares en la temporada de sequía ya que se utilizó el mismo número de animales en ambas temporadas de sequía y la carga fue en los dos años de una becerro por ha, sin embargo en la temporada de lluvias, se utilizó en el 2007 dos becerros por ha y en el 2008 1.66 becerros por ha y resultó en unas mejores ganancias por animal y similares ganancias por ha (cuadro 1 y 2), sin afectar la producción de forraje como se muestra en el cuadro 3, con un ahorro del 30%, en el tiempo de desarrollo de las becerros en pastoreo.

En la región de Padilla (Centro), se ajustó la carga de acuerdo a la zona y a la disponibilidad de forraje inicial, por lo que en la temporada de sequía se reportan ganancias mas bajas por ha que por animal ya que se evaluó en más de una ha por becerro, mientras que en la temporada de lluvias, se manejo una becerro por ha y las ganancias de peso por animal y por ha son similares. Sin embargo las diferencias entre tratamientos son más marcadas a favor de la suplementación ya se obtuvieron entre 150 y 350 gramos de diferencia, lo que además de hacer factible el uso de la suplementación, también resulta en un ahorro considerable de tiempo en el crecimiento de los animales.

En general se puede concluir en base a esos resultados y bajo las condiciones en que se realizaron las evaluaciones, que la suplementación proteica durante la sequía y proteica-energética durante las lluvias, fueron factibles, ya que además de las ganancias extras de peso, por animal y por ha resultó en un ahorro en el tiempo de desarrollo de las becerras en pastoreo.

### REFERENCIAS PRINCIPALES

- Cochran, R. C. 1995. Developing optimal supplementation programs for range livestock pp 58-71. In: 50 Years of Range Research Revisited. KSU Range Field Day. Oct. 27, Manhattan, KS.
- Díaz, H., A. Saldivar y U. López. 1998. Pasture forage production in: Proceedings of the Management of Grasslands in Northern Mexico and South Texas. Texas A&M Univ., UAT, UAAAN, ITESM, FIRA, Unión Ganadera de Nuevo León, and Coahuila. Laredo, TX. P 61-67
- Hogan, J.P. 1982. In: J.B.Hacker (Ed) Nutritional limits to animal production from pastures. Commonwealth Agricultural Bureau, United Kingdom. pp.245-257
- National Research Council (NRC). 1996. Nutrient requirements of beef cattle, 7th rev. ed. Washington, D.C. National Academy Press 242 p.
- Ortega, J.A. Y E.A. González V. 1992. Estrategias de producción de carne de bovino en pastoreo. En: Simposium sobre ganadería tropical "Producción de becerros de engorda". SARH-INIFAP-CIRNE. 35 p.
- Villalobos, J.C., C.M. Britton, and D.B. Wester. 1999. Predicting stocker average daily gain on tobosagrass range using digestible organic matter to crude protein ratio. Nutritional Ecology of Herbivores. Fifth International Symposium on the Nutrition of herbivores. Editors: G. Stone, T.D.A. Forbes, J.W. Stuth and F.M.Byers. 7 p.

## VALOR NUTRITIVO DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE OVINOS EN VEGETACIÓN SECUNDARIA

### NUTRITIVE VALUE OF TROPICAL TREES AND SHRUBS FOR SHEEP FEEDING IN SECONDARY VEGETATION

Sosa REE <sup>\*a</sup> ; Cabrera TE<sup>a</sup>; Ortega RL<sup>o</sup>

[Sosa.edgar@inifap.gob.mx](mailto:Sosa.edgar@inifap.gob.mx); [cabrera.eduardo@inifap.gob.mx](mailto:cabrera.eduardo@inifap.gob.mx); [ortega.luis@inifap.gob.mx](mailto:ortega.luis@inifap.gob.mx)  
INIFAP-CIRSE- C E CHETUMAL

Se evaluó el potencial de árboles forrajeros para la alimentación de ovinos. Mediante una entrevista a 100 productores seleccionados al azar, se lograron identificar y coleccionar plantas leñosas con potencial forrajero (87% de las especies identificadas fueron clasificadas como árboles y el 13% como arbustos), y determinar su composición química (proteína cruda, digestibilidad in vitro de la materia seca, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, fenoles y taninos). Posteriormente se condujo una prueba de conducta ingestiva e índice de preferencia de ovinos con cinco especies del total coleccionado. Por último, se determinó el valor alimenticio de cinco especies arbóreas en términos de ganancia de peso y consumo de forraje. Para esto, se asignaron al azar 25 corderos a los siguientes tratamientos: pastoreo de gramíneas (PG), PG + 25% follaje arbóreo (FA), PG + 50% FA, PG + 75% FA y 100% FA. Como resultado de las entrevistas, un total de 4 arbustos y 26 árboles fueron identificados. El 70% de las especies analizadas tuvieron 12% o más PC, los niveles más altos se presentaron en la *Leucaena leucocephala* con 30% y *Cecropia obtusifolia* con 24%. La DIVMS varió de 39 a 79%. En las pruebas de preferencia *Guazuma ulmifolia* fue la especie más preferida, con 85 bocados/min y 170 g de consumo. La especie menos preferida ( $P < 0.05$ ) fue *Piscidia piscipula* con 20 g de consumo. Las mejores ganancias de peso se observaron cuando las dietas incluyeron de 75 a 100% de follaje arbóreo. Esta diversidad de especies forrajeras en áreas de pastizal con vegetación secundaria representa una alternativa para la alimentación de rumiantes en los trópicos.

**PALABRAS CLAVE:** Árboles, Follaje, Ganancia de peso, Ovinos.

#### ABSTRACT

Tropical trees and shrubs potential for sheep feeding was assessed. Identification and characterization of tree and shrub species were obtained through a survey carried out on 100 producers selected at random. As a result, different plant species were collected, identified and analyzed for chemical composition, tannin and phenolic contents and digestibility. Preference tests with sheep were performed on five tree species selected at random from the total collected. In this experiment, the total number of bites and forage intake were recorded. The nutritional value of five tree species was evaluated through feeding tests. For this, a total of 25 Pelibuey and Blackbelly lambs were randomly assigned to five treatments: T<sub>1</sub> pasture grazing (PG), T<sub>2</sub> PG + 25% of tree foliage, T<sub>3</sub> PG + 50% of tree foliage, T<sub>4</sub> PG + 75% of tree foliage and T<sub>5</sub> 100% tree foliage. Weight gains and dry matter intake were recorded. A total of four shrubs and 26 tree species were identified through

the interviews. The results indicated that 70% of the species analyzed had 12% or more CP, the higher contents being for *Leucaena leucocephala* (30%) and *Cecropia obtusifolia* (24%), IVDMD varied from 39 to 79%. NDF content was > 50% in 21 of the species analyzed. *Guazuma ulmifolia* was the most preferred species with 85 bites/min and intake of 170 g during preference tests and *Piscidia piscipula* showed the lowest intake (20 g). In general, the best weight gains were observed when diets contained 75 or 100% of tree foliage.

**KEY WORDS: Trees, Shrubs, Foliage, Intake, Weight gain, Sheep.**

## INTRODUCCIÓN

En el estado de Quintana Roo se destruyen anualmente 70,000 ha de vegetación arbórea<sup>(1)</sup>. Ante esta situación, la utilización de árboles y arbustos en los sistemas pecuarios puede ser un aliciente para disminuir el deterioro de estos recursos, y aprovechar su potencial en la ganadería<sup>(2)</sup>. La Península de Yucatán posee una gran variedad de especies arbóreas que presentan características adecuadas para ser incorporadas en los sistemas de producción de animal<sup>(3)</sup>; sin embargo, aunque el uso del follaje de estas especies en la alimentación de rumiantes es una práctica conocida por los productores, su aprovechamiento es limitado<sup>(4,5)</sup>.

La ganadería tropical afronta varios problemas entre los que destacan la variabilidad de la cantidad y calidad del forraje a través del año, lo que repercute negativamente en los parámetros productivos y reproductivos del ganado<sup>(6)</sup>. Ante esta situación, el follaje de especies arbóreas puede ser una buena alternativa, debido a que diferentes árboles y arbustos tienen un gran potencial como forraje, es decir, alto contenido de proteína comparado con las gramíneas y rendimiento de biomasa<sup>(7,8)</sup>. Además de la alimentación animal, el uso de las especies arbóreas y arbustivas de vegetación natural puede ser tan diverso como: cercas vivas, sombra, medicinales, ornamentales, etc.<sup>(9,10,11)</sup>. Así mismo, contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios al incrementar el reciclaje de nutrientes, controlar la erosión, mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo, y considerarse como elementos de reforestación en el sistema<sup>(12)</sup>.

Para que un árbol pueda ser considerado como forrajero, es importante tomar en cuenta que el contenido de nutrimentos sea adecuado, que su consumo promueva cambios en parámetros productivos, que los niveles de compuestos secundarios no afecten su consumo, debe ser tolerante a la poda, además de mantener niveles adecuados de biomasa<sup>(1,3,4,6)</sup>. En este sentido, especies como *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Bursera simaruba* y *Vitex gaumeri*, han sido reportadas con potencial forrajero para el sureste mexicano<sup>(9,10,13)</sup>.

Al respecto, diferentes especies arbóreas han demostrado sus bondades en la producción de rumiantes. En bovinos se han encontrado buenos aumentos de peso y producción de leche cuando el follaje de *Gliricidia sepium* es incorporado a la dieta<sup>(14)</sup>. En el caso de las ovejas, la inclusión de *Gliricidia maculata* en la dieta incrementa la supervivencia y peso de los corderos<sup>(15)</sup>; y en corderos suplementados con follaje de *Brosimum alicastrum*, se obtienen ganancias de 77 g/día, superiores a las obtenidas con sólo pastoreo (45 g/día)<sup>(16)</sup>.

Un aspecto importante a considerar en el uso de las especies arbóreas en la alimentación animal, es la presencia de metabolitos secundarios como los fenoles y compuestos fenólicos como los taninos; estos compuestos al ser consumidos, se relacionan con problemas como toxicidad potencial, reducción en la palatabilidad y en la digestibilidad de algunas especies forrajeras y efectos adversos sobre la respuesta animal, entre otros (17,18,19).

Con base a lo anterior se llevó a cabo el presente trabajo con los siguientes objetivos: identificar plantas leñosas con potencial forrajero para rumiantes y determinar su composición química; estimar el índice de preferencia y conducta ingestiva de ovinos en cinco especies arbóreas, y determinar su valor alimenticio en ovinos, en términos de ganancia de peso y consumo voluntario.

## MATERIALES Y METODOS

### *Identificación y caracterización de especies arbóreas*

En el primer año de estudio se visitaron 100 unidades ganaderas seleccionadas al azar, del padrón registrado en el Estado. En cada unidad se entrevistó al productor para identificar las especies arbóreas y sus usos múltiples. Con la encuesta se recabaron los siguientes datos del predio: tamaño, orientación productiva y vegetación; y de las especies arbóreas: usos y forma biológica. La información fue complementada con la colecta de las especies, revisión de ejemplares de herbario e información bibliográfica.

### *Composición química y digestibilidad de las especies arbóreas*

Una vez identificadas las especies, se tomaron al menos 500 g de hoja y pecíolo de los diferentes árboles y arbustos. Las muestras se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C hasta alcanzar peso constante, para determinar la materia seca total, y posteriormente molidas en un molino Wiley con criba de 1 mm. A cada muestra se le determinó por duplicado el contenido de cenizas, fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), proteína cruda (PC), taninos, compuestos fenólicos y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (20).

Las siguientes fases del estudio se llevaron a cabo en el anexo el Consuelo, del Campo Experimental Chetumal del INIFAP en Quintana Roo, localizado a 10 msnm, con una temperatura promedio anual de 27.6°C y precipitación media anual de 1,300 mm.

### *Pruebas de alimentación con ovinos*

Se llevaron a cabo dos pruebas con ovinos, la primera fue de preferencia, la cual consistió en ofrecer a seis ovinos al mismo tiempo y en cantidades iguales, el follaje de las siguientes especies: *Bursera simaruba*, *Spondias mombin*, *Piscidia piscipula*, *Lysiloma bahamense*, y *Guazuma ulmifolia*, las cuales fueron seleccionadas al azar del listado de especies identificadas por los productores. La prueba tuvo una duración de dos días consecutivos; cada día los ovinos fueron observados en forma directa por un período de 25 min (21), y se tomaron los siguientes datos de conducta ingestiva: número total de bocados por animal en cada planta, y consumo del follaje por planta (calculado por diferencia de peso de lo ofrecido y rechazado). Con esta información se calculó la velocidad de consumo (g/min), expresada como la cantidad consumida de la planta por unidad de tiempo, y la velocidad de bocado (bocados/min). También se determinó el índice de preferencia, calculado como la fracción del número total de bocados por 5 min de cada planta; los valores de preferencia oscilan de 0 a 1, valores menores a 0.5

representan preferencia baja y viceversa. Los datos de esta prueba fueron analizados mediante varianza con un diseño completamente al azar, y comparación de medias por medio de la prueba de Duncan.

La segunda prueba fue una evaluación nutricional de follaje arbóreo en la alimentación de ovinos, para lo cual se seleccionaron las especies que presentaron la más alta (*Guzima ulmifolia*) y baja (*Piscidia picipula*) preferencia de la prueba anterior, y se incorporaron otras tres especies: *Cecropia obtusifolia*, *Vitex gaumeri* y *Gmelina arborea* (de las cuales se tiene conocimiento que son consumidas por los ovinos). Cada especie arbórea fue evaluada en forma independiente y para cada una de ellas se utilizaron 25 ovinos encastados de Pelibuey y Blackbelly con un peso inicial promedio de 13 kg. Los ovinos fueron distribuidos al azar en números iguales en los siguientes tratamientos: T<sub>1</sub>) Ocho horas de pastoreo de estrella de África (testigo); T<sub>2</sub>) Seis horas de pastoreo de estrella más follaje arbóreo en un 25% del requerimiento de materia seca de los ovinos; T<sub>3</sub>) Cuatro horas de pastoreo de estrella más follaje arbóreo en una 50% del requerimiento de materia seca de los ovinos; T<sub>4</sub>) Dos horas de pastoreo de estrella más follaje arbóreo en un 75% del requerimiento de materia seca de los ovinos; T<sub>5</sub>) Follaje arbóreo a libre consumo.

Los ovinos tuvieron un período de adaptación al manejo y al consumo del follaje de los árboles de 10 días, seguidos de 45 de evaluación, el follaje de la especie en estudio se cosechó diariamente. Después del período de pastoreo de cada tratamiento, los ovinos fueron estabulados y se les ofreció a los grupos 2, 3 y 4 el follaje de la especie en estudio en un comedero. El grupo 5 permaneció estabulado todo el tiempo. Las variables evaluadas fueron el consumo de forraje, calculado como la diferencia entre el peso del forraje ofrecido y rechazado cada día para los tratamientos 2 al 5 y la ganancia de peso para todos los tratamientos. Los datos de la prueba de cada planta fueron analizados mediante varianza completamente al azar, y comparación de medias por medio de la prueba de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Identificación y caracterización de especies arbóreas*

Se identificaron y caracterizaron un total de 30 especies forrajeras, que representaron 14 familias botánicas: Leguminosae (12), Zapotaceae (2), Malphigiaceae (2), Moraceae (2), Malvaceae (2), Anacardiaceae (1), Verbenaceae (2), Simaroubaceae (1), Burseraceae (1); Anacardiaceae (1), Sterculiaceae (1), Gupharibiaceae (1), Polygonaceae (1) y Lauraceae (1).

Por su forma biológica, el 87% de las especies identificadas fueron clasificadas como árboles y el 13% como arbustos. Los datos de la encuesta también mostraron que los usos alternos que los productores identificaron para estos árboles y arbusto forrajeros son múltiples: el 97% se utilizan para sombra, 33% como cerca viva, 20% comestibles, 13% medicinales, 7% ornamentales, 3% maderables y 3% para latex.

### *Composición química y digestibilidad de las especies arbóreas*

Con relación al contenido PC, de las 30 especies analizadas, el 70% presentó valores de 12% o más. Las especies arbóreas con los niveles más altos fueron *Leucaena leucocephala* y *Cecropia obtusifolia* con 30 y 24%, respectivamente. Los valores del PC de la mayoría de las plantas analizadas en este estudio se encuentran dentro de los rangos (12 a 30%) mencionados para especies arbóreas<sup>(20)</sup>. En contraste, los valores más bajos

(9% o menos de PC) correspondieron solamente al 13% de las especies analizadas. Además de las características agronómicas deseables, las especies arbóreas deben tener alto valor nutritivo para poder ser utilizados como forrajes; especies que contienen menos del 8% de PC son consideradas deficientes, ya que no proveen el mínimo de las niveles de amonía requerido por los rumiantes <sup>(21)</sup>. En el caso de este trabajo, *Bursera simaruba*, *Brysonima crassifolia* y *Coccoloba cozumelensis* se encuentran en el límite de este nivel, lo que pudiera ser una limitante para su uso forrajero; estas especies presentaron valores de 8.8, 8.5 y 7.9% de PC, respectivamente. El 83% de las especies analizadas presentaron niveles de PC superiores a los requerimientos para vacas lactantes (9.7%) <sup>(22)</sup>.

Las DIVMS varió de 38.7 a 79% sobresaliendo con valores superiores al 60% *Leucaena leucocephala*, *Hibiscus rosasinensis* y *Swartzia cubensis*. Las especies que tuvieron los valores mas bajos (<50%) fueron *Bursera simaruba*, *Croton glabellus*, *Bahuinia divaricata*, *Gmelina arborea*, *Lenchocarpus castilloi*, *Pithecellobium albicans*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Lenchocarpus rugosus* y *Caesalpinia platyloba*.

Las especies evaluadas también presentaron una variación en su contenido de FDN y FDA. Las concentraciones de FDN estuvieron por arriba del 50% en 21 de las 30 especies evaluadas. *Manilkara zapota*, *Pouteria campechiana*, *Chrysophyllum mexicanum* y *Mimosa bahamensis* tuvieron valores arriba del 70% de FDN. Con relación a la FDA los valores estuvieron en un rango de 19.7% (*Hibiscus rosasinensis*) hasta 67.3% (*Mimosa bahamensis*).

En general, la digestibilidad del material vegetal en el rúmen está relacionada con la proporción de las paredes celulares, y se considera que especies arbóreas con contenidos de 20 a 35 % de FDN presentan valores altos de digestibilidad <sup>(23)</sup>. Con la excepción de unas cuantas especies, entre las que se incluyen *Simaruba glauca*, *Cedropia obtusifolia* e *Hibiscus rosasinensis*, en el presente estudio no se observó una relación directa entre la variación del contenido de FDN y la digestibilidad de las especies evaluadas. Varias de las especies analizadas presentaron valores de DIVMS del 50% o más con contenidos de FDN del 60% o más. Los valores más altos de concentración de fenoles correspondieron a las plantas *Brysonima crassifolia* (7.5 g/kg) y *Coccoloba cozumelensis* (6.6. g/kg). Estas mismas especies también presentaron los valores más altos de taninos (31.3 y 37.9 g/kg, respectivamente). La mayoría de las especies que presentaron los valores más altos de fenoles y taninos (*Bursera simaruba*, *Croton glabellus*, *Bahuinia divaricata*, *Lenchocarpus castilloi*, *Pithecellobium albicans* y *Enterolobium cyclocarpum*), presentaron también valores bajos de DIVMS. Muchas plantas producen compuestos químicos secundarios que no necesariamente están involucrados en el proceso de crecimiento de las plantas, pero pueden llegar a afectar el valor nutritivo de los forrajes <sup>(25)</sup>, como sucedió con la digestibilidad de las especies mencionadas.

#### *Pruebas de alimentación con ovinos*

El mayor número de bocados de los ovinos fue cuando consumieron el follaje de *Guazuma ulmifolia* (85), siendo este valor diferente ( $P < 0.05$ ) a todos los demás; el menor valor correspondió a *Piscidia piscipula* (32 bocados), *Bursera simaruba* presentó un valor intermedio y el *Lysiloma bahamense* y *Spondias mombin* valores entre 50 y 60 bocados. Los resultados de velocidad de bocados siguieron un patrón con valores superiores



( $P < 0.05$ ) para *Guazuma ulmifolia* (17 bocados/min); valores similares en *Spondias mombin* y *Lysiloma bahamense*, mientras que las especies con el menor número de bocados fueron *Bursera simaruba* y *Piscidia piscipula*.

El consumo de *Guazuma ulmifolia* fue de 170 g ( $P < 0.05$ ), mientras que de las otras especies se tuvieron consumos inferiores a 65 g, siendo *Piscidia piscipula* la menos consumida (20 g). El mayor número de bocados por minuto en *Guazuma ulmifolia* ocasionó su mayor consumo ( $P < 0.05$ ) por unidad de tiempo (34 g/min); menor para *Bursera simaruba*, *Spondias mombin* y *Lysiloma bahamense* y únicamente 4 g/min de *Piscidia piscipula*.

Comparada con el resto de las especies, los ovinos mostraron una marcada preferencia por el *Guazuma ulmifolia*. En general, la baja preferencia por especies forrajeras en rumiantes puede estar asociada al desarrollo morfológico y estructura de la planta<sup>(22, 23)</sup> y a la presencia de compuestos secundarios<sup>(12)</sup>, los cuales pueden tener efectos adversos sobre el consumo debido a la asociación entre la ingesta de la planta y consecuencias negativas post ingestivas, o a la gustocidad del forraje<sup>(23)</sup>.

La ganancia diaria de peso (GDP) de los ovinos alimentados con *Guazuma ulmifolia* fue de 50, 75, 50, 91 y 120 g/animal/día, para los tratamientos 1 a 5 respectivamente ( $P < 0.01$ ); y el consumo fluctuó entre 2.9 a 3.2 % del peso vivo (PV), este último correspondió al tratamiento en el que se ofreció 100% del follaje. Los ovinos alimentados con *Piscidia piscipula* tuvieron GDP diferentes entre tratamientos ( $P < 0.01$ ). La GDP y el consumo más bajo correspondieron al T3 con 50 g/animal/día y 2% PV. Los T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, y T<sub>5</sub> tuvieron respectivamente, ganancias de 57, 60, 80 y 90 g/animal/día, y consumos entre 2.8 y 3.0% del PV

La GDP de los ovinos que consumieron *Cecropia obtusifolia* fue de 60, 70, 75, 85 y 95 g/día/animal, para los tratamientos 1 a 5, respectivamente ( $P < 0.05$ ). El consumo de forraje fue del 2.0% del PV para los tratamientos 2 y 4 y de 2.4 y 2.5 % PV para el 3 y 5, respectivamente. Los tratamientos donde se ofreció *Vitex gaumeri* tuvieron mejores GDP comparados con el grupo testigo. Las mejores ganancias se presentaron en el grupo en el que se ofreció solamente *Vitex gaumeri* con 130 g/animal/día. Los consumos de forraje estuvieron entre el 1.7 a 2.1 % del PV, correspondiendo el valor más alto al T5 y el más bajo al T3.

Con *Gmelina arborea* las GDP fueron similares en los tratamientos de sólo pastoreo, 25, 50 y 75% de inclusión de follaje (54, 70, 75 y 80 g); el mejor tratamiento fue el que recibió solamente la *Gmelina arborea*, (125 g/día), y el consumo más alto, con 2.1 % del PV. Las GDP observadas para algunos de los tratamientos de *Guazuma ulmifolia*, *Cecropia obtusifolia* y *Gmelina arborea* se encuentran dentro de los rangos observados en la alimentación de ovinos con *Brosimum alicastrum* (70 g)<sup>(16)</sup> y mayores a los mencionados por otros autores (4,19) al utilizar follaje de *Gliricidia sepium* (60 g) y poró (*Erythrina poeppigiana*) (35 g) en la alimentación de cabritos. En general, en cada una de las pruebas con las diferentes especies evaluadas, se observó una mejor ganancia de peso, comparada con la del grupo testigo, cuando la dieta incluyó 75 o 100% del follaje arbóreo, para el caso de *Guazuma ulmifolia* y *Piscidia piscipula*, y cuando se incluyó 25% o más del follaje de *Cecropia obtusifolia*, *Vitex gaumeri* y *Gmelina arborea*. En todos los casos, las mejores ganancias de peso se obtuvieron cuando se les ofreció a los ovinos solamente el forraje arbóreo. Al respecto, las mayores ganancias de peso se obtuvieron cuando los

ovinos fueron alimentados con *Vitex gaumeri* (130 g), seguido de *Gmelina arborea* (125 g) y *Guazuma ulmifolia* (120 g).

Con respecto al consumo de forraje en las pruebas con las diferentes especies, los valores de este trabajo son similares a los de otros autores con especies arbóreas<sup>(3,5,7)</sup> quienes indican valores de consumo de forraje de 2.0, 2.1 y 4.0% de PV, para *Brosimum alicatrum*, guarumo (*Cecropia peltata*) y morera (*Morus sp*) respectivamente. *Guazuma ulmifolia* fue la más preferida del total de las especies evaluadas, ya que los ovinos presentaron consumos del 3.2% del PV en el T5, el consumo más cercano a este valor fue para el mismo tratamiento en la prueba de *Piscidia piscipula* con 3.0%; sin embargo, las ganancias de los ovinos alimentados con esta especie no superaron los 90 g en el mejor de los casos. Las especies menos consumidas fueron *Vitex gaumeri* y la *Gmelina arborea* con promedios de todos sus tratamientos de 1.9 y 1.8% del PV, respectivamente. Cabe señalar que aún con estos consumos, los ovinos obtuvieron ganancias de peso aceptables para animales alimentados con forraje.

## CONCLUSIONES

En el estado de Quintana Roo, existe una gran diversidad de especies forrajeras que son del conocimiento de los productores, pero su uso y manejo es todavía deficiente. Las especies analizadas presentaron diferencias en su composición química con valores de PC que fluctuaron entre 8 a 30%. Los resultados de la conducta ingestiva de ovinos en las cinco especies evaluadas, mostraron que estos tienen una marcada preferencia por *Guazuma ulmifolia*. La inclusión con valores del 75 y 100% del follaje arbóreo en la dieta de ovinos permitió ganancias mayores a las obtenidas con sólo pastoreo de la gramínea.

## LITERATURA CITADA

1. Solano RA. La ganadería: Actividad destructora del medio ambiente. Agroforestería en las Américas. CATIE Turrialba, Costa Rica. 1994;1(3):4-5.
2. Kú VJ, Ramírez AL, Jiménez FG, Alayón AJ, Ramírez CL. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: Sánchez MD, Rosales MM editores. Agroforestería para la producción animal en América latina. Roma, Italia. 1999:231-258.
3. Reyes MF, Jiménez FG. Uso y valor nutritivo de árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de la sierra, Tabasco, México. XI Reunión científica tecnológica forestal y agropecuari. Villa Hermosa, Tabasco. 1998:73-80.
4. Camero RA. Experiencias desarrolladas por el CATIE en el uso del follaje de *Erythrina sp* y *Gliricidia sepium* en la producción de carne y leche de bovinos. Agroforestería en las Américas 1995;2(8):9-13.
5. Benavides JE. Árboles forrajeros en América Central. En: II Seminario Centro Americano y del Caribe sobre Agroforestería con rumiantes menores. San José, Costa Rica. 1993:1-33.
6. Enríquez QJ, Meléndez NF, Bolaños AE. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. Libro Técnico No. 7. INIFAP. México; 1999.
7. Pezo P, Kass M, Benavides J, Romero F, Chávez C. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Devendra C editor. Shrubs and tree fodders for

- farm animals. Proceedings Workshop held in Denpasar, Infonisia IRDC. Ottawa, Canada. 1990:163-165.
8. FAO. Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. Proceedings of the FAO expert consultation. Held at Malaysian Agriculture, Research and Development Institute. Kaula, Lumpur, Malaysia. 1992.
  9. Negreros P. Los árboles de uso múltiple para agroforestaría en el estado de Quintana Roo. Reporte técnico interno del programa ICRAF en México. 1993:58.
  10. Otaróla A. Cercas vivas de madero negro. Práctica agroforestal para sitios con estación seca marcada. *Agroforestería en las Américas* 1985;2(5):24-30.
  11. Sosa RE, Sansores LL, Zapata BG, 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.
  12. Moechiutti S, Torres M, Oviedo F, Vallejo M, Benavides J. Suplementación de cabras lecheras con diferentes niveles de clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*) Agroforestaría en las Américas 1995;2(5):12-18.
  13. Pezo D, Ibrahim M. Sistemas silvopastoriles. Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. *Boletín informativo FIRA México.* 1997.
  14. Chadhocar PA, Lacamwasan A. Effect of *Gliricidia sepium* to *milking* cows. A preliminary report. *Tropical Grasslands* 1982;16(1):46-48.
  15. Chadhocar PA, Kantharaju HR. Effects of *Gliricidia maculata* on growth and breeding of Bannur ewes. *Tropical Grasslands* 1980;14(2):78-82.
  16. Pérez JD, Zapata BG, Sosa RE. Utilización del ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) como forraje en la alimentación de ovinos en crecimiento. *Agroforestería en las Américas* 1995;2(7):17-21.
  17. Norton BW. Anti-nutritive and toxic factors in forage tree legumens. In: Gutteridge RC, Shelton HM editors. *Forage tree legumens in tropical agriculture.* Wallingford, UK: CAB International. 1994;202-215.
  18. Chávez SV. Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. *Agroforestería en las Américas* 1994;1(13):10-13.
  19. Rodríguez Z, Benavides J, Chávez GA. Producción de leche de cabras alimentadas con forraje de madero negro (*Gliricidia sepium*) y Poró (*Erythrina peoppigiana*), suplementadas con plátano pelipita (*Musa sp. cv. Pelipita*) CATIE Turrialba, Costa Rica 1987;87-101.
  20. Tejeda HI. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. PAIPEME, A.C. México. 1985.
  21. Ortega RL, Provenza FD. Experience with blackbrush affects ingestión of shrub live oak by goats. *J Anim Sci* 1993;(71):380-383.
  22. FAO. The state of food and agriculture, (on line) [http://www.fao.org/DOCREP/003/X9800E/x9800e13.htm#P8\\_2041.2001](http://www.fao.org/DOCREP/003/X9800E/x9800e13.htm#P8_2041.2001).
  23. Shelton HM. Tropical forage tree legumes in agroforestry systems. *Unasylva.* 2000;(51):25-32.

## VALOR NUTRITIVO DE ÁRBOLES DE IMPORTANCIA PARA LA GANADERÍA UBICADA EN ECOSISTEMA DE ALTA SEQUÍA Y SALINIDAD DE LA CUENCA DEL RÍO CAUTO. CUBA

**Orestes La O<sup>1</sup>, Héctor Gonzalez<sup>2</sup>, Erasmo Gutiérrez<sup>3</sup> Roberto García<sup>1</sup>, Oscar Ruiz<sup>4</sup>,  
Yamicela Castillo<sup>5</sup>, Carlos Rodríguez<sup>4</sup>, y Claudio Arzola<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, La Habana. Cuba. Apartado postal 24. [olao@ica.co.cu](mailto:olao@ica.co.cu)  
[olao2005@hotmail.com](mailto:olao2005@hotmail.com). <sup>2</sup> Departamento de Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencias Biomédicas  
Universidad autónoma de Ciudad Juárez. México <sup>3</sup> Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo  
León. <sup>4</sup> Facultad de Zootecnia Universidad Autónoma de Chihuahua, Perif. Fco. R. Almada km 1, Chihuahua,  
Chihuahua, México. <sup>5</sup> Departamento de Ciencias Veterinarias. Campus Nueva Casas Grandes, Universidad  
Autónoma de Ciudad Juárez, Ch. Mx.

Se desarrolló un experimento con 15 plantas adultas de cada especie con más de 4 años de establecidas de *Pithecellobium dulce* (vainas-semillas-arilos y hojas-pecíolos) *Cordia alba* (hojas y pecíolos) y *Tamarindos indica* (hojas-pecíolos), procedentes de ecosistemas salinos y de alta sequía de la Cuenca del río Cauto, El objetivo fue determinar la capacidad fermentativa ruminal "in vitro", mediante la técnica de producción de gases durante 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas de fermentación. Los resultados de la fermentación se ajustaron al modelo exponencial  $Y = a + b \cdot (1 - \exp(-c \cdot t))$ . El comportamiento cinético se caracterizó por una tendencia creciente de la producción de gases con el tiempo de exposición de las muestras al ataque microbiano, con valores de hasta 41.37, 23.84 y 30.5 ml de gases, a las 96 horas, para vainas-semillas-arilos de *P. dulce* y hojas-pecíolos de *P. dulce* y *T. indica*, respectivamente, mientras que *Cordia alba*, tuvo un comportamiento estable con un ajuste de los datos al modelo exponencial aplicado de  $R^2 = 88.47$ , relacionado, en parte, con la posible influencia de factores antinutricionales. En este mismo sentido la producción de gases mostró un ajuste de los datos al modelo exponencial aplicado con  $R^2$  superiores a 85 para todas las plantas estudiadas. Estos resultados muestran que los árboles estudiados pudieran constituir una opción para la alimentación animal en ecosistemas salinos y de alta sequía de la cuenca del río Cauto, Cuba. Se recomienda continuar con la evaluación *in vivo* de estas especies de árboles resistentes a sequía y salinidad, para lograr la suplementación proteica-energética de los animales presentes en estos agroecosistemas

**Palabras claves:** Ecosistemas salinos y de alta sequía, *Pithecellobium dulce*, *Tamarindos indica*, *Cordia alba*, fermentación ruminal

### INTRODUCCIÓN

En la región oriental de Cuba, existe alta salinidad, erosión de los suelos y déficit de agua; pero se ha observado que algunos árboles y leguminosas presentan alta persistencia y desarrollo en estos ambientes hostiles, con respecto a otros (CITMA, 2003). La O et al. (2006) informan la presencia de ciertas plantas, con alto nivel de aparición como el *Pithecellobium dulce*, Conchita azul, Almacigo, *Tamarindos indica*, *Cordia alba*, entre otras, altamente consumidas por los animales en pastoreo en las áreas ganaderas del oriente de Cuba, donde hacen uso de las vainas y frutos, en los meses de alta sequía, para el consumo por bovinos, carneros y cabras, así como el consumo de forrajes tiernos,

y cuando se cortan ramas altas en árboles adultos; es por eso que el objetivo de este trabajo fue determinar el potencial fermentativo ruminal *in vitro* de *Pithecellobium dulce* (hojas-pecíolos y vainas-semillas-arilos), *Cordia alba* y *Tamarindos indica* (hojas-pecíolos) en ecosistemas frágiles salinos y de alta sequía del oriente de Cuba

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de las plantas estudiadas (*Pithecellobium dulce*, *Cordia alba* y *Tamarindos indica*) se recogieron, al azar, de 15 plantas adultas en un área de 50 m<sup>2</sup> y no más de 3 m de altura, con más de 4 años de establecidas. El suelo fue del tipo vertisol., de mal drenaje, y afectado por la salinidad; la precipitación acumulada en los meses de lluvia (Mayo-Octubre) y seca (Noviembre-Abril), en el año que se realizó el trabajo, no sobrepasó los 700 y 200 mm, respectivamente. La recolección de las 15 muestras individuales (7 Kg/ planta) se realizó, simulando al ramoneo del animal hasta una altura de 1 m, y seleccionando, fundamentalmente, hojas y tallos jóvenes. Parte del material cosechado, previamente homogeneizado y secado por 48 horas en estufa de aire forzado a 55 °C, se molió a 1 mm para la determinación de la composición química y capacidad fermentativa *in vitro*.

La materia seca (MS), materia orgánica (MO), ceniza (Cza) y proteína bruta (PB), se determinaron según AOAC (1995), y la fibra detergente Neutra (FDN) por Goering y Van Soest (1970).

La producción de gas se realizó en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Los animales donantes de líquido ruminal fueron tres ovinos de la raza pelibuey machos, adultos, canulados en rumen, con peso promedio de 60±1.5 kg y una edad aproximada de 12 meses, alojados en jaulas metabólicas individuales de 0.7 x 1.5 x 1.7 m. La dieta base estaba conformada por 70% de paja de avena, 20 % de forraje verde y 10 % de maíz molido, agua y sales minerales a voluntad. El líquido ruminal se recolectó por la mañana 20 minutos antes de iniciar la prueba y se filtró a través de una tela doble de muselina, para posteriormente hacer el pool que sirvió de inóculo. El procedimiento de producción de gas *in vitro* (PGIV) se realizó de acuerdo a la técnica de Menken et al. (1979) utilizando un transductor de presión (Theodorou et al. 1994) para realizar las mediciones.

Se colocaron 200mg de MS de muestras en cada frasco de 50ml de volumen, a los que se le agregó 20ml de saliva artificial y 10 ml del pool de líquido ruminal (2:1 v/v). Los frascos se llenaron en condiciones de anaerobiosis (gaseado continuo de CO<sub>2</sub>) y en ausencia de luz. Los frascos permanecieron dentro de un incubador rotatorio marca New Brunswick Scientific ® (digital incubator shaker model 2400), a 39 °C por 96 horas; se replicó la muestra en 5 oportunidades con un blanco que contenía sólo líquido ruminal y saliva artificial, que sirvió como factor de corrección. La PGIV se midió a las 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas, con un medidor de presión (transductor Fasto®) (Theodorou et al. 1994). Se estimó el volumen de gas producido mediante la utilización de una ecuación de regresión lineal entre el volumen y la presión (Fondevilla et al. 2002; Rivera, 2005); volumen (ml)= 2.4964+ x presión (psi) transcurrido el tiempo de incubación los frascos se mantuvieron a 4 °C para detener la acción de los microorganismos.

**Procesamiento de los datos:** Los resultados obtenidos de la fermentación se ajustaron al modelo exponencial de Orskov y McDonald (1979).  $Y=a+b*(1-\exp(-c*t))$ , donde: Y:

Volumen de gas producido con el tiempo (t), a: producción de gas a la 0 horas, b: producción potencial de gas en el tiempo, c: velocidad de producción de gas y t: tiempo. Para el análisis de los datos se usó el programa estadístico para microcomputadoras Statgraph 3®

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de composición bromatológica (Tabla 1) en las plantas estudiadas, indicaron contenidos de PB desde 11.10 (*Tamarindos indica* hojas-pecíolos) hasta 16.04 (*Pithecellobium dulce* hojas-pecíolos), mientras que los valores de FDN sobrepasaron los 60 %. Estos resultados fueron muy inferiores, para ambos constituyentes, a los encontrados por La O et al. (2006) en Uvita (*Cordia alba*) proveniente del mismo ecosistema. Estas diferencias pudieran estar relacionadas con la especificidad en las respuestas de estas plantas a las condiciones adversas en las que se desarrollan; así como, a la individualidad en el comportamiento (La O et al. 2006). Aunque no se tiene información preliminar del comportamiento del potencial fermentativo de esta planta en las condiciones donde se realizó el estudio, la figura 1 muestra la producción de gas acumulada por la fermentación de las muestras de las plantas estudiadas durante el período de incubación “in vitro”. El comportamiento cinético se caracterizó por un incremento de la producción de gases con el tiempo de exposición de las muestras al ataque de microorganismos, con valores de hasta 41.37, 23.84, 30.5 y 18.41 a las 96 horas para vainas- semillas y arilos de *P. dulce* y hojas-pecíolos de *P. dulce* y *T. indica* y *C. alba* respectivamente. Los mayores valores en producción de gases de vainas-semillas-arilos en *P. dulce*, se pudiera deber en gran medida, a la concentración de carbohidratos de fácil fermentación presentes en los arilos y a lo informado por Dhanoa et al. (2000) y Fondevilla y Barrios (2001) acerca de que los microorganismos ruminales y sus enzimas, primeramente atacan los carbohidratos fácilmente disponibles y luego con la colonización de la fibra y sus fermentaciones, se asocia un incremento de la producción de gases, también relacionado con un aumento en la colonización de las diferentes partículas de alimento.

Las características de producción de gases y los gráficos, muestran un ajuste de los datos al modelo exponencial aplicado, con  $R^2$  superiores a 85 y comportamiento diferentes entre las hojas-pecíolos de ambos árboles, lo que se corresponde con lo esperado, y la influencia de diferentes factores inherentes a la planta (La O et al. 2006) y al propio proceso de fermentación (Valenciaga et al. 2006). Sobre este último aspecto Valenciaga et al (2006) informaron la importancia de tener en cuenta, que la acumulación de gases producida durante la fermentación, particularmente de hidrógeno, pudiera producir algunas inhibiciones de la celulolisis ruminal, su relación con altas concentraciones de compuesto secundarios en plantas presentes en ecosistemas de suelos salinos con alta sequía (La O et al. 2006) y al efecto de la presión atmosférica y su relación con la altitud (Posada, et al. 2006). Además, Rodríguez (2004) afirmó, que en condiciones de estrés fisiológico las plantas son capaces de crear medios de defensa que van desde producir diferentes metabolitos secundarios, hasta cambiar algunas formas de almacenamiento y utilización de principios inmediatos. Aunque, para el caso específico de estas plantas, se hace necesario realizar estudios que avalen esta hipótesis. Los ritmos de velocidad de producción de gases (c) para hojas y pecíolos, están en el rango informado para algunas

leguminosas tropicales como *Leucaena leucocephala* (La O et al. 2003ayb), mientras que el valor encontrado para los arilos se corresponde con lo informado por La O et al. (2006) sobre una alta presencia de carbohidratos en estos constituyentes de la planta.

Las producciones de gases *in vitro* encontradas en las plantas estudiadas muestran una posible utilización de éstas para la alimentación animal en el oriente de Cuba. Se recomienda continuar con la evaluación *in vivo* de estas especies de árboles resistentes a la sequía y salinidad, para lograr una opción viable en suplementación proteica-energética de los rumiantes, en estos ecosistemas frágiles.

Tabla 1. Composición química de los árboles estudiados.

Indicadores (%)	<i>T. indica</i> hojas- pecíolos	<i>P. dulce</i> hojas- pecíolos	<i>P.dulce.</i> vainas- semillas- arilos	<i>Cordia alba</i> hojas- pecíolos
MSr	97.90	97.20	96.00	98.66
MO	86.80	96.40	84.30	85.66
Cza	13.14	3.60	15.70	14.34
PB	11.10	13.30	21.80	18.93
FDN	35.90	36.40	53.20	67.17

Tabla 2. Características de la producción de gases acumulada de *P. dulce* y *T. indica*, de acuerdo a la ecuación  $Y = a + b(1 - \exp(-c \cdot t))$ .

Indicadores	<i>T. indica</i> hojas- pecíolos	<i>P. dulce</i> hojas- pecíolos	<i>P.dulce.</i> vainas- semillas- arilos	<i>Cordia alba</i> hojas- pecíolos
a	-3.40	-6.93	1.70	2.14
b	33.59	30.06	38.70	7.14
c	0.04	0.04	0.05	0.04
R <sup>2</sup>	97.87*	89.34*	96.85*	88.47*
Error Estándar Residual	5.68	9.23	8.54	3.8

EER- Error estándar residual

\*  $p < 0.05$

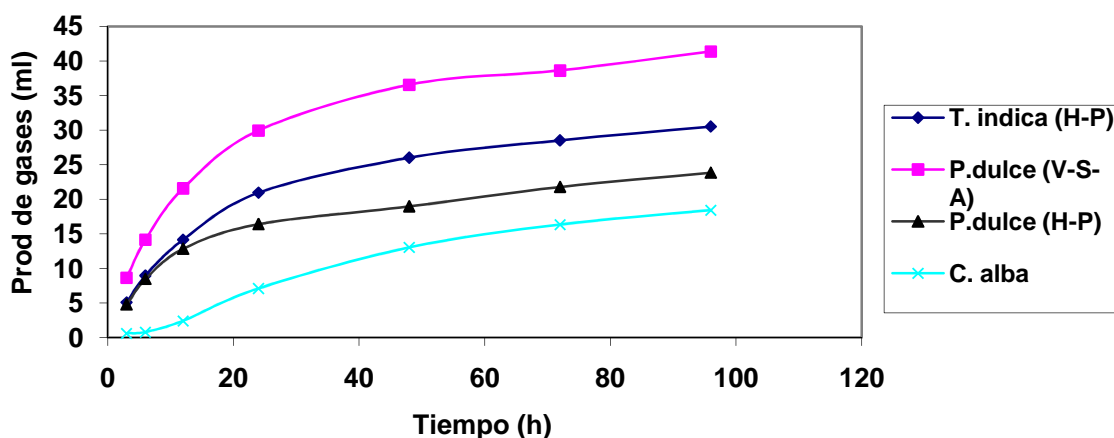


Figura 1. Dinámica de producción de gases acumulada de los árboles estudiados

**Agradecimientos:** Al Proyecto SEP Red internacional de Nutrición Animal para el Norte de México.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1995.** Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> Edition. Association of Official Analytical Chemist. AOAC International. Washington, DC.
- CITMA (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio ambiente). 2003.** Programa Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la sequía en la Republica de Cuba. La Habana. Cuba.
- Dhanao, M.S., López, S., Dijkstra, K., Davis, D. R., Sandeson, R., Williams., B. A., Sileshi, Z.Y. & France, J. 2000.** Estimating the extent of degradation of ruminant feed from a description of their gas profiles observed in vitro: Comparison of models. Br. J. Nutr. 83:131.
- Fondevila, M. & Barrios, A. 2001.** La técnica de producción de gas y su aplicación al estudio del valor nutritivo de los forrajes. Rev. Cubana de Cienc. Agríc. 35:197.
- Fondevila, M., Morales, J., Pérez, J.F., Barrios-Urdaneta, A. & Balcells, M. D. 2002.** Microbial caecal fermentation in Iberic or Landrace pigs given acorn/sorghum or maize diets estimated in vitro using the gas production technique. Animal Feed Science and Technology. 102: 93-107.
- Goering, H. K. & van Soest, P. J. 1970.** Forage fibre analysis. *Agricultural Handbook No. 379.* Agricultural Research Service, US Dept. of Agriculture, Washington DC.
- La O, O., García, R.; Saavedra, G.; Vázquez, P.; Fajardo, H. & Leonard, I. 2006.** *Cordia alba* y *Pithecellobium dulce* como arboles de importancia para los ecosistemas frágiles, salinos y de alta sequía del oriente del país. TB bajo presentado en el XVI FORUM DE CIENCIA Y TÉCNICA. Municipio San José de las Lajas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.
- La O, O., Chongo B.; Delgado, D.; Ruiz, T.E ; Valenciaga D. & Oramas, A. 2003a.** Composición química y degradabilidad ruminal de leguminosas de importancia para



la alimentación animal. II Foro Latinoamericano de pastos y Forrajes. 16 al 18 de julio del 2003, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

**La O, O.; Chongo B.; Delgado, D.; Ruiz, T.E; Elías, A.; Stuart, J. R y Torres, Verena. 2003b.** Degradabilidad ruminal de materia seca y nitrógeno total de seis ecotipos del género *Leucaena leucocephala*. *Rev. Cubana Cienc. Agríc* 37: 267-272.

**Menken, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. & Scheneider. 1979.** The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuff from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal Agricultural Science*. 93:217-222.

**Orskov, E. R. & McDonal, I. 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Cambridge*. 92:499.

**Rodríguez, Y. 2004.** Características fitoquímicas y detoxificación de taninos y cumarinas en la comunidad vegetal de un sistema silvopastoril en explotación. Tesis Ms Sci. en Bioquímica. Facultad de Biología. Universidad de la Habana. Cuba.

**Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, B. A. & France, J. 1994.** A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetic of ruminant feed. *Anim. Feed Sci. Tech.* 48:185.

**Valenciaga, D., La O, O., Chongo, B. & Oramas, A. 2006.** Efecto del tiempo de reposo en la degradabilidad ruminal in situ del complejo lignocelulósico y la producción de gas in Vitro del clon Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum* sp.). *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 40:71-81.

## CALIDAD NUTRITIVA DE CUATRO PASTOS TROPICALES SEMBRADOS EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN LA COSTA SUR DE JALISCO

### NUTRITIONAL QUALITY OF FOUR TROPICAL GRASSES GROWN IN A SILVOPASTORAL SYSTEM ON THE SOUTH COAST OF JALISCO.

Silva Luna M.\*<sup>1</sup>[silva.Manuel@Inifap.Gob.Mx](mailto:silva.Manuel@Inifap.Gob.Mx), Calderón Urzua A.<sup>2</sup>  
[Calderonurzua@Yahoo.Com.Mx](mailto:Calderonurzua@Yahoo.Com.Mx), González Sotelo A.<sup>1</sup>[Sotelo.Alfredo@Inifap.Gob.Mx](mailto:Sotelo.Alfredo@Inifap.Gob.Mx),  
Rodríguez Ramírez R.<sup>1</sup>[Rodriguez.Rosario@Inifap.Gob.Mx](mailto:Rodriguez.Rosario@Inifap.Gob.Mx), Y Vega Loera M.A.<sup>3</sup>  
[Vega.Marioantonio@Inifap.Gob.Mx](mailto:Vega.Marioantonio@Inifap.Gob.Mx).

<sup>1</sup>CE Tecomán CIRPAC INIFAP. <sup>2</sup>CUCSur U de G <sup>3</sup>CE Centro Altos de Jalisco CIRPAC INIFAP

### RESUMEN

El objetivo del experimento fue determinar el contenido proteína bruta y fibra detergente neutro de cuatro pastos tropicales bajo una plantación forestal. El ensayo se realizó en el predio "Los Añiles", municipio de La Huerta, Jalisco. Se encuentra localizado a 104° 37' 30" de L N y 19° 28' 47" de L O a 308 msnm. El tipo climático es Aw1 y la zona térmica es cálida con lluvias en verano, la precipitación y temperatura media anual son de 1452 mm y 25 °C respectivamente. El tipo de suelo es Feozem y el pH de 6.1. La plantación forestal de Rosamorada (*Tabebuia rosea*) tiene seis años. Se preparó el terreno con dos rastreos, se sembraron cuatro pastos bajo y fuera de la plantación forestal, fueron ocho tratamientos con tres repeticiones, el tamaño de las parcelas fue de 16 x 28 (448 m<sup>2</sup>). Fecha de siembra Julio 2005. Las gramíneas fueron: Guinea (*Panicum máximum*) cvs. Mombasa y Tanzania, Mulato 1 (*Brachiaria brizantha* x *B. ruzziensis*) e Insurgente (*Brachiaria brizantha*). Los muestreos se realizaron en lluvias del 2006 y se efectuaron a 3, 6, 9 y 12 semanas después del corte de uniformidad. Variables medidas: Proteína Bruta (PB) y Fibra Detergente Neutro (FDN), Área de Copa (AC) y Altura de Árbol (AA). El diseño experimental fue bloques al azar. Los datos se analizaron por Statgraph 4.0. Los resultados indican que hubo efecto sobre las gramíneas bajo y fuera de la plantación (P<0.05). Los mayores % de PB fueron a las 3 semanas bajo plantación con 10.9 en Tanzania, mientras que en los testigos el máximo fue en Mulato con 9.5%. El menor % de FDN fue el pasto Mulato bajo la plantación a las 3 semanas con 51%, así mismo el mayor % de FDN es encontrado en la misma edad con 76.4 en el pasto Tanzania testigo. Las medidas de los árboles de Rosamorada fueron: AC 3.95 m<sup>2</sup> y la AA de 8.0 m. Se concluye que la sombra sí tiene un efecto sobre proteína bruta y FDN hasta esta edad de la plantación. El pasto Tanzania bajo la plantación de Rosamorada fue mejor en proteína.

**Palabras claves:** Pastos tropicales, Proteína Bruta (PB) y Fibra Detergente Neutro (FDN)

## INTRODUCCIÓN

El recurso forestal se encuentra seriamente amenazado por la tala indiscriminada, que ocasiona pérdida de suelo y secuelas en el equilibrio ambiental. La producción de forraje de gramíneas y leguminosas tropicales, así como la obtención de carne a través de pastoreo bajo plantaciones forestales puede representar una alternativa técnica y económicamente factible en el trópico.

El Estado de Jalisco tiene una superficie de 300 mil hectáreas con potencial forestal, pero puede utilizarse para aprovechamiento agroforestal. Sin embargo no existe una tecnología apropiada para que los 50,000 productores de esta área establezcan y manejen plantaciones forestales para obtener recursos económicos extras a corto mediano o largo plazo a través de productos forestales, agrícolas y/o ganaderos.

El diseño del manejo depende de la definición precisa de los objetivos del productor, de la importancia relativa que se le asigne a los árboles y animales, así como del entendimiento y manejo de las relaciones entre el ganado y los árboles y entre los árboles y las praderas. Por lo cual se deben generar recomendaciones técnicas auxiliadas con investigación en campos experimentales y deberá ajustarse a condiciones particulares de cada sitio.

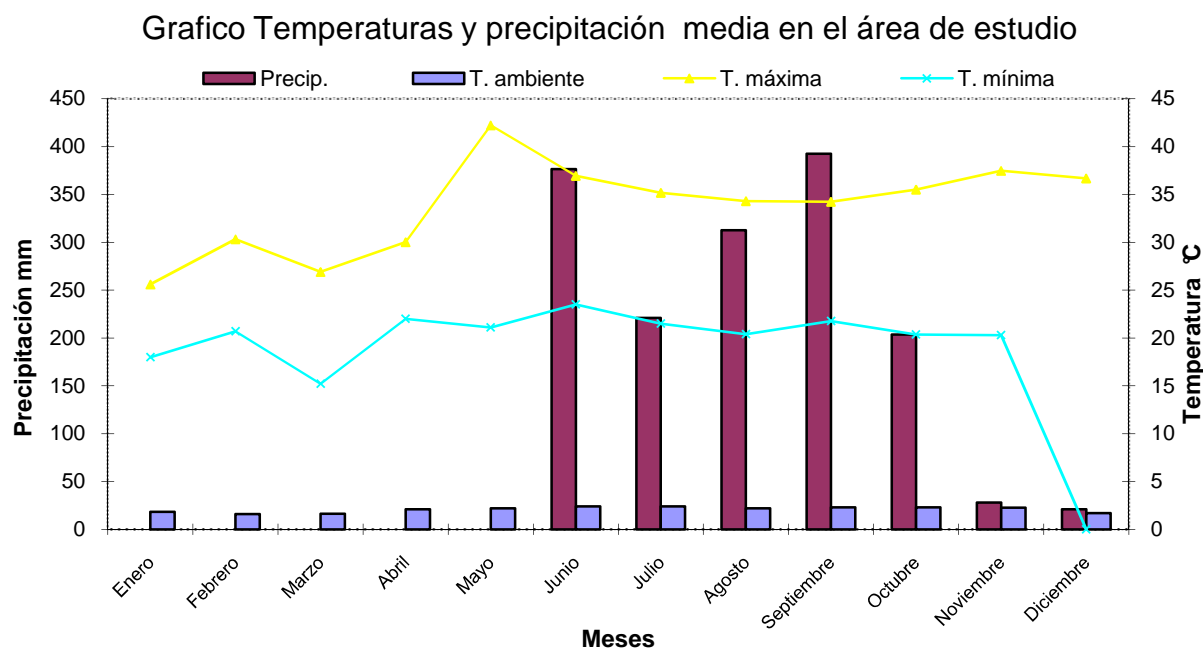
En México se tienen escasos reportes de estudios relacionados con plantaciones forestales tropicales y pastos forrajeros para la obtención de carne y leche. Solo en el sureste de nuestro país se han realizado algunos estudios con leguminosas arbóreas en asociación con pastos tropicales.

Con sistemas agroforestales en corto plazo se ha logrado una producción de maíz 5 ton/ha. de frijol 1.3 ton. o 30 ton. de sandía. En la misma superficie se ha aumentado la productividad con la obtención de 2500 postes mediante la realización de aclareos. En el largo plazo, se estima obtener una producción de 200 m<sup>3</sup> de madera en rollo/ha, con un valor estimado de un millón de pesos, lo que representa una rentabilidad financiera de 200 pesos por cada peso invertido desde el inicio de la plantación hasta los 15 años de la cosecha forestal con árboles de rápido crecimiento. El objetivo de este experimento fue determinar el contenido proteína bruta y fibra detergente neutro de cuatro pastos tropicales bajo una plantación forestal.

## MATERIALES Y METODOS

La plantación forestal está localizada en el municipio de La Huerta, Jalisco, en el predio denominado "Los Añiles" con un productor cooperante, en terrenos agropecuarios cuya localización geográfica esta dentro de las coordenadas 104° 37' 30" de Latitud Norte y 19° 28' 47" de Longitud Oeste y una altitud de 308 msnm. La temperatura promedio de 25 °C y la precipitación anual de 1400 mm. El tipo de suelo es feozem de textura gruesa y 6.1 de pH. El tipo climático de la zona es Aw1 y la zona térmica a la que corresponde es cálida, con lluvias en verano (Ruiz y col 2003).

La plantación forestal tiene 6 años de edad y una superficie de 1.5 has, se sembró bajo el diseño de marco real y la distancia de siembra es de 4.0 m entre árboles e hileras.



Los pastos seleccionados para sembrarse entre los árboles de Rosamorada (*Tabebuia rosea*) son: Guinea (*Panicum máximum* Jacq.) cvs. Mombasa y Tanzania, Mulato (*Brachiaria brizantha* Stapf x *B. ruziziensis* Germ) e Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf). El manejo de la plantación forestal antes de la siembra de los pastos se realizó la eliminación de ramas y malezas, se rastreó y surco a 50 cm, se empleó semilla botánica, las dos Guineas se sembraron a 50 cm entre planta y surco y las dos *brachiaris* se sembraron en la base del surco a chorrillo, la semilla se tapó con una rama ligera procurando no dejarla más de 2 cm de enterrada. Una vez germinada se aplicó herbicida (ácido 2, 4 - D) para la maleza de hoja ancha, posteriormente se realizó la fertilización con la dosis 50-40-00 durante el establecimiento. Al inicio del periodo de lluvias del 2006 se realizó un corte de uniformidad y se tomaron muestras a 3, 6, 9 y 12 semanas de edad. Las variables determinadas en el laboratorio fueron: Contenido de Proteína Bruta (CPB) por el método Kjeldahl el cual es expresado como nitrógeno de la muestra que se multiplica por 6.25 y Fibra Detergente Neutro (FDN) se determinó por el método de Van Soest y en la plantación forestal se tomaron las medidas dasométricas: Altura de Árbol (AA) y Área de Copa (AC), El diseño experimental fue bloques al azar. Los datos cuantificados se analizaron mediante Statgraph versión 4.0. y la prueba de medias realizada fue DMS al ( $P < 0.05$ ).

## RESULTADOS

Los análisis de varianza realizados a los resultados obtenidos indicaron que hubo diferencia estadística para pastos ( $p < 0.05$ ) y no hubo significancia para bloques ( $p > 0.05$ ). Mientras que la prueba de medias (DMS  $p < 0.05$ ) indicó que la mayor CPB fue en los pastos bajo la plantación a las tres semanas con 10.9% en pasto Tanzania, mientras que en los pastos testigos el que mas CPB fue Mulato con 9.5%. En el muestreo de las seis semanas el mejor CPB en los pastos bajo la plantación de Rosamorada fue de 7.7% en el pasto Tanzania, por otro lado en los pastos testigos el mayor CPB fue en Insurgente con 6.03%. En el muestreo de las nueve semanas nuevamente el pasto Tanzania fue el que mas CPB bajo la plantación de Rosamorada con 8.04% mientras que en los testigos el pasto Mombasa fue el de mas CPB, con 5.53%. A las 12 semanas nuevamente el pasto Tanzania fue el de mejor CPB bajo Rosamorada con 8.3% superando incluso los muestreos de las seis y nueve semanas, este mismo comportamiento se registro en los pastos testigos en donde el pasto Mulato supero al resto de los pastos, ya que su CPB fue de 8.01%. En términos generales, en los cuatro muestreos el CPB fue menor en los pastos testigos.

	3 Semanas	6 Semanas	9 Semanas	12 Semanas
Mombasa	8.6 b	6.7 b	7.4 ab	5.3 d
Tanzania	10.8 a	7.7 a	8.0 a	8.3 a
Mulato	10.2 a	6.5 bc	7.4 ab	5.5 d
Insurgente	9.1 ab	6.7 b	7.4 ab	6.0 cd
Testigo Mombasa	4.6 d	3.8 d	5.5 c	3.3 e
Testigo Tanzania	5.4 cd	3.7 d	4.7 cd	2.8 f
Testigo Mulato	9.5 ab	4.7 c	3.2 d	8.0 ab
Testigo Insurgente	8.4 b	6 bc	3.2 d	6.5 c

**abcd: Literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística ( $p < 0.05$ ) DMS 0.5**

Con respecto a la variable FDN los resultados encontrados indicaron diferencia estadística entre pastos y para efecto de sombra ( $p < 0.05$ ) y no hubo significancia para bloques ( $p > 0.05$ ) y que en la prueba de medias (DMS  $p < 0.05$ ) indicó que a las tres semanas de edad la mayor FDN fue en los pastos testigos con 76.4% en pasto Mombasa, mientras que en los pastos bajo la plantación el pasto con mas FDN fue Tanzania con 57%. Cuando se muestreo a las seis semanas la mayor FDN lo obtuvieron los pastos testigos siendo Mombasa con 74.4% y en los pastos bajo la plantación de Rosamorada la FDN fue de 68.7% en el pasto Mulato. Los resultados del muestreo de las nueve semanas indicaron que el pasto Tanzania testigo fue el que mas FDN con 74.3% mientras que en los pastos bajo la plantación el pasto Mombasa fue el de mas FDN con 70.9%. En el muestreo de las 12 semanas el pasto Tanzania bajo sombra fue en el único muestreo en donde el contenido de FDN con 73.8% y fue ligeramente superior a los valores que se registraron

en los pastos testigos en donde el pasto Mombasa alcanzo 73.1% de FDN. La conducta que siguieron los pastos evaluados bajo la plantación índico incremento de acuerdo a los días de evaluación sin embargo los pastos testigos mostraron disminución en el contenido de FDN al incrementarse la edad de los pastos.

	3 Semanas	6 Semanas	9 Semanas	12 Semanas
Mombasa	55.1 cd	59.8 d	70.9 ab	68.9 b
Tanzania	57.0 c	63.9 c	68.1 bc	69.5 ab
Mulato	50.7 d	68.7 b	65.2 c	66.6 bc
Insurgente	56.8 cd	60.7cd	69.4 b	73.8 a
Testigo Mombasa	76.4 a	74.4 a	72.9 ab	73.1 ab
Testigo Tanzania	73.7 ab	73.5 ab	74.3 a	69.5 ab
Testigo Mulato	67.6 b	70.6 ab	68.5 bc	65.5 c
Testigo Insurgente	69.7 ab	60.5	73.6 ab	69.0 ab

**abcd: Literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística (p< 0.05) DMS 0.5**

Los datos correspondientes a los árboles de la plantación donde fueron sembrados los cuatro pastos tropicales, dichos datos para su análisis fueron consultados con los especialistas del área forestal en base a esto la altura árboles total fue de 8.95 m, el área de copa promedio de 3.7 m<sup>2</sup> y diámetro del árbol a la altura del pecho fue de 15.9 cm promedio Esto manifiesta que el área de copa de los árboles de Rosamorada a esta edad permite más el ingreso de rayos solares, razón por la cual los valores de proteína fueron mayores bajo los árboles.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que a esta edad de la plantación es posible la siembra y la producción de los pastos bajo Rosamorada y que el contenido de proteína bruta fue mayor por la cantidad de sombra que incidió sobre los pastos, ocasionando una menor disminución conforme avanza la edad de los pastos.

El contenido de Fibra Detergente Neutro también se ve afectado sobre todo en las tres y seis semanas de muestreo.

El pasto Tanzania presentó mayor contenido de proteína bruta en todas las observaciones bajo la plantación de Rosamorada y la FDN también fue mayor en el pasto Tanzania solo que en los pastos testigos.

## BIBLIOGRAFIA

- Alvim, M. J., Pasiullo, D. S. C., Carvalho, M. M. y Xavier, D. F. 2004. Influence of different percentages of tree cover on the characteristics of a *Brachiaria decumbens* pasture. In: 2<sup>o</sup> international Symposium on silvopastoral systems. Mérida Yucatán. Méx.
- Bustamante, J., Ibrahim, M. y Beer, J. 1998. Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con Poro en el trópico húmedo de Turrialba.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM. Instituto de Geografía. México.
- Giraldo, V. L. A., Botero, J., Saldarriaga, J. y David, P. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en potencial forrajero de un sistema silvopastoril en la región atlántica de Colombia. En *Agroforestería de las Américas*. Costa Rica. Año 2, N<sup>o</sup> 8. Pp 14-19.
- Gomez, T. F., Sousa, B. F., Paiva, A. F. C., Carvalho, M. M. y Pasos, L. P. 2004. Total non-structural carbohydrate content in *Brachiaria decumbens* cultivate under natural shade. In: 2<sup>o</sup> international Symposium on silvopastoral systems. Mérida Yucatán. Méx.
- Official Methods of Analysis of Association of Official Agricultural Chemists. 1975. 12<sup>th</sup> Edition. Publisher by the Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D. C.
- 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. Libro técnico n<sup>o</sup> 2. pp 172.
- Somarriba, E. 1997. Pastoreo bajo plantaciones forestales ¿Cómo hacerlo? En *Ganadería sustentable*. 2<sup>o</sup> international Symposium on silvopastoral systems. Mérida Yucatán. Méx.
- Souza de Abreu, M. H., Ibrahim, M. y Jiménez, F. 2004. Trees disperse on pasture and dairy cattle performance in the humid tropics of Costa Rica. In: 2<sup>o</sup> international Symposium on silvopastoral systems. Mérida Yucatán. Méx.
- Van Soest PJ, Robertson JB. 1987. *Analysis of Forages and Fibrous Foods: a Laboratory Manual*. New York: Cornell University.