

Digestibilidad *in situ* de la materia seca de hojas de árboles multipropósito y pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) en ovejas

In situ digestibility of dry matter of multipurpose trees leaves and star grass (*Cynodon plectostachyus*) in ewes

Fernando Izaguirre Flores^{1,4}, Jaime J. Martínez Tinajero^{1*}, José Guillermo O. Jiménez Ferrer², Saúl Posada Cruz¹, Carlos G. García Castillo¹, Horacio León Velasco⁵, Gilberto Martínez Priego

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la composición química y la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) de las hojas de tres árboles multipropósito (AMP) y el zacate estrella de África en ovejas Pelibuey. El experimento se realizó en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chiapas, México. Se utilizaron seis borregos con un peso aproximado de 32 ± 5 kg de peso vivo a las que se insertó una cánula ruminal. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones, en donde los tratamientos fueron las hojas de los AMP y los borregos canulados representaron las repeticiones experimentales; T1: (testigo) zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*), T2: Caulote (*Guazuma ulmifolia*); T3: Guaje (*Leucaena leucocephala*) y T4: Yaite (*Gliricidia sepium*). La DISMS se determinó mediante la técnica de la bolsa de nylon, a diferentes tiempos de incubación (0, 4, 8, 12, 24, 36, 48 y 72 h). La velocidad de degradación de la MS (VDMS) fue similar ($P > 0.001$) entre tratamientos, siendo de 0.08b; 0.05c; 0.12a y 0.05c % h⁻¹ para T1, T2, T3 y T4, respectivamente. La digestibilidad potencial de la MS (DPMS) fue diferente ($P < 0.001$) entre tratamientos, siendo de 90.2, 63.6, 67.5 y 51.7% para T3, T2, T4 y T1, respectivamente. La digestibilidad efectiva de la MS (DEMS) fue diferente ($P < 0.001$) entre tratamientos, siendo de 69.8, 47.9, 41.2 y 40% para T3, T4, T2 y T1, respectivamente.

Palabras clave: Digestibilidad *in situ*, árboles multipropósito, materia seca, ovejas Pelibuey.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the chemical composition and the *in situ* digestibility of the dry matter (ISDDM) of threemultipurpose treesleaves (MPT) and the star African grass in Pelibuey ewes. The experiment was carried out in the Faculty of Agricultural Sciences at the Chiapas's Autonomous University, Mexico. Six ewes with 32 ± 5 kg of body weight and a ruminal fistulae inserted were used. A randomly designs with four treatments and six repetitions were utilized, in where treatments were the MPT leaves and fistulae sheep represented the experimental repetitions; T1: (control) Star grass (*Cynodon plectostachyus*), T2: Caulote (*Guazuma ulmifolia*); T3: Guaje (*Leucaena leucocephala*) and T4: Yaite (*Gliricidia sepium*). The ISDDM was determined using the bag of nylon technology, at different times of incubation (periods of 0, 4, 8, 12, 24, 36, 48 and 72 hours). The DVDM was similar ($P > 0.01$) between treatments being 0.08b; 0.05c; 0.12a y 0.05c % h⁻¹ for T1, T2, T3 and T4, respectively. The potential digestibility of the DM (PDDM) was different ($P < 0.001$) between treatments 90.2, 67.5, 63.6 y 51.7% for T3, T2, T4 y T1, respectively. The effective digestibility of DM (EDDM) was different ($P < 0.001$) between treatments 69.8, 47.9, 41.2 y 40% for T3, T4, T2 and T1, respectively.

Key words: *In situ* digestibility, multipurpose trees, dry matter, Pelibuey ewes.

INTRODUCCIÓN

México posee un potencial forrajero cuantitativamente muy importante en los ecosistemas tropicales (húmedos y subhúmedos), sin embargo, la calidad de las gramíneas del forraje producido es bajo. Salvo algunas excepciones, la composición bromatológica oscila entre 6 y 8% de proteína cruda (PC) y 2.1 Mcal de MS de energía digestible. Para la ganancia de peso en corderos hay un requerimiento de 14% de PC y 3.4 Mcal de energía digestible, cantidades

que no son cubiertas por los forrajes de pastos tropicales, inclusive ni los requerimientos para mantenimiento (9% de PC y 2.4 Mcal).

Los modelos matemáticos que ayudan a predecir la digestibilidad de los nutrientes para ruminantes, involucran procedimientos difíciles y complejos. Estos métodos han mostrado la necesidad de contar con características precisas de la cinética de degradación en las diferentes fracciones del alimento como parte indispensable del proceso de evaluación nutricional de los alimentos (AFRC, 1993).

1 Cuerpo Académico de Ganadería Tropical Sustentable, Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus IV, Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas, México

2 Colegio de la Frontera Sur: (ECOSUR). San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

3 Centro Maya de Estudios Agropecuarios; Universidad Autónoma de Chiapas, Catazajá, Chiapas.

4 Estudiante del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE)

5 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas. Terán, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

* Autor por correspondencia: E-mail:jaimiej@unach.mx

Las evaluaciones de digestibilidad *in situ* mediante el uso de bolsas de nylon o de dacrón han sido adoptadas como método estándar para determinar la digestibilidad de la MS del alimento (AFRC, 1993). El modelo generalmente utilizado es el propuesto por Orskov & McDonald (1979).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la Composición química y la DISMS de las hojas de tres AMP y el zacate estrella de África en borregas Pelibuey; así como el planteamiento de la hipótesis:

Las hojas de árboles multipropósito: Caulote (*Guazuma ulmifolia*), Guaje (*Leucaena leucocephala*) y Yaite (*Gliricidia sepium*) tienen una composición química más adecuada y una mejor digestibilidad que el zacate estrella de África.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron seis animales que fueron asignados a cuatro tratamientos en un diseño completamente al azar, en donde la repetición estuvo representada por una borrega; T1: Testigo zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*), T2: Caulote (*Guazuma ulmifolia*); T3: Guaje (*Leucaena leucocephala*) y T4: Yaite (*Gliricidia sepium*). Para evaluar la DISMS se colectaron hojas de 10 diferentes AMP de cada especie, posteriormente se secaron y molieron con un molino Wiley (criba de 2 mm) y el material obtenido se almacenó hasta su análisis.

Procedimiento de la técnica *in situ*, descrita por Orskov y McDonald (1979), que en términos generales consiste en lo siguiente:

La DISMS de los AMP y el zacate estrella se determinó usando la técnica *in situ* de la bolsa de nylon (10 x 20 cm y tamaño de poro de 53 μ) a 0, 4, 8, 12, 24, 36, 48 y 72 h de incubación. En cada bolsa se colocaron 5 g de muestra de cada tratamiento que se sujetaron con hilos de nylon a una cadena suspendida (de 30 cm de longitud y de 150 g). Las bolsas se retiraron del rumen y junto con la bolsa de la hora cero, se lavaron a chorro circulante a baja presión, hasta que el agua salió igual de cristalina, las bolsas con los residuos se secaron en una estufa de desecación a 60°C

durante 48 h. La DISMS de cada periodo de incubación se estimó mediante la siguiente ecuación:

Digestibilidad *in situ* % = Cantidad inicial de muestra - -- Residuo después de la incubación / Cantidad inicial de muestra X 100

Se estimó la disponibilidad ruminal y la cinética ruminal (inicio y velocidad de degradación de la MS). Estas variables se refieren al tiempo en que las bacterias ruminales colonizan e inician la degradación de la MS, infiriéndose así la digestibilidad efectiva de la MS (DEMS) en el rumen (Singh *et al.*, 1989). Las características de degradación ruminal y digestibilidad efectiva de la MS las características no lineales de digestión ruminal (porción de materia seca soluble, porción de materia seca degradable en cierto periodo de tiempo en rumen, porción de materia seca potencialmente digestible. La MS potencialmente digestible (MSPD) se refiere a la cantidad de MS disponible para ser digerida a nivel ruminal y representa la suma de la MS soluble más la MS degradable, así como el inicio y la velocidad de degradación y digestibilidad efectiva de la MS, se calculó con un proceso iterativo mediante el paquete Neway. La DEMS es una variable ajustada que indica cuál es la degradación real de la MS cuando se consideran otros aspectos como inicio y velocidad de degradación de la MS, digestibilidad potencial y principalmente, la tasa de pasaje ruminal de sólidos (Pinto *et al.*, 2002).

El paquete Neway se apoya en la siguiente ecuación: $P = a + b(1 - e^{-ct})$.

Donde P= la velocidad de desaparición en un tiempo,

t, a = al intercepto que representa la porción de MS solubilizada al inicio de la incubación (bolsa hora cero),

b = la porción de MS potencialmente digestible en rumen,

c = velocidad de desaparición de la fracción b,

t = al tiempo de incubación,

Además, la digestibilidad efectiva se estimó asumiendo tasas de pasaje ruminal de 2, 5 y

8% /h, las cuales son representativas de consumos de alimento bajo, mediano y elevado, respectivamente.

La digestibilidad ruminal a diferentes tiempos o periodos de incubación y las características de digestibilidad ruminal se analizaron con el procedimiento PROC MIXED del SAS (1998). Asimismo, se realizó una regresión lineal simple para la digestibilidad ruminal a diferentes tiempos o periodos de incubación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las hojas de los AMP presentaron mejor balance de su composición química comparada con el zacate estrella de África (Cuadro 1). Rodríguez-Trujillo (2003) reportó que el zacate estrella de África colectado, tiene mayor proporción de paredes celulares en los tallos que en las hojas (81.5 vs 72.3%) y menor concentración porcentual de compuestos nitrogenados (PC, 5.4

vs 7.5%). Con relación a la cantidad de proteína de las hojas de los AMP evaluadas, coinciden con las reportadas por Pedraza *et al.* (2003) en *Albizia lebbbeck*, *Pithecellobium saman*, *Erythrina variegata*, *Erythrina berteroana*, *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*, por El Hassan *et al.* (2000) en especies de Acacia, y con las descripciones realizadas por Baldizán (2003) en especies pertenecientes al centro norte llanero de Venezuela.

La DISMS de los forrajes es una variable que está determinada por factores como la edad, cantidad, presentación y tipo de alimento consumido, el animal fistulado, los periodos de incubación, las características de las bolsas de nylon y las características físico-químicas del forraje (Singh *et al.*, 1989). En este sentido, la respuesta encontrada en las hojas de T2, T3 y T4 indican que tienen mayor calidad nutritiva que aquellas reportadas para el estrella africana (Reed *et al.*, 1990).

Cuadro 1. Composición química de las hojas de AMP y una poácea

Tratamiento	Repetición	MS %	MO %	PC %	FDN%	FDA%
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	95.63	92.10	13.51	54.65	40.53
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	95.71	92.35	13.51	55.54	44.11
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	95.67	92.22	13.51	55.10	42.32
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	95.67	92.22	13.51	55.10	42.32
<hr/>						
<i>Gliricidia sepium</i>	1	95.14	91.28	23.10	40.04	30.88
<i>Gliricidia sepium</i>	2	95.13	90.97	23.10	40.04	28.52
<i>Gliricidia sepium</i>	3	95.13	91.13	23.10	40.04	29.70
<i>Gliricidia sepium</i>	4	95.13	91.13	23.10	40.04	29.70
<hr/>						
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	94.35	87.50	28.57	43.77	20.68
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	95.20	87.61	27.99	45.65	21.89
<i>Leucaena leucocephala</i>	3	94.77	87.56	28.28	44.71	21.29
<i>Leucaena leucocephala</i>	4	94.77	87.56	28.28	44.71	21.29
<hr/>						
<i>Cynodon plectostachyus</i>	1	96.78	93.40	7.30	81.98	54.65
<i>Cynodon plectostachyus</i>	2	96.54	93.65	6.90	80.99	56.54
<i>Cynodon plectostachyus</i>	3	96.86	93.98	7.13	81.12	57.98
<i>Cynodon plectostachyus</i>	4	96.77	93.87	7.29	81.58	57.24

MS: Materia seca, MO: Materia orgánica, PC: Proteína cruda, FDN: Fibra detergente neutra, FDA: Fibra detergente ácida.

La baja degradación de la materia seca en gramíneas tropicales de mediana a baja calidad está asociada a los altos contenidos de paredes celulares, aunada a la lignificación de la pared celular, factores limitantes para el mejoramiento de la digestión ruminal de los nutrientes contenidos en los forrajes (Ku Vera *et al.*, 1999; Ramírez *et al.*, 2001).

Tipos de materia seca de las hojas de tres AMP y una poácea

En el Cuadro 2 se muestran los tipos de MS que presentaron las hojas de AMP y el zacate estrella de África (Mc Donald, 1981).

este estudio son superiores a los reportados por otros autores (Reyes-Montiel, 2003; Rodríguez-Trujillo, 2003), quienes mencionan que algunos pastos tropicales como el insurgente (*Bracharia brizhanta*) y estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) presentan una degradabilidad de la MS de 33.6 y 40.5%, respectivamente. Torres *et al.* (1993), al evaluar la digestibilidad in situ de alfalfa (*Medicago sativa*) y guajillo (*Acacia berlandieri*) reportaron 40% de MS degradable, cantidad inferior a la encontrada en T3 y T2 (66.6 y 45.6%), debido a las proporciones encontradas de MS degradable en las hojas de los AMP.

Proporción de materia seca indigestible

Cuadro 2. Tipos de MS de las hojas de AMP y una poácea

TRATAMIENTOS	Proporciones de la MS%		
	Soluble	Degradable	Indegradable
<i>Gliricidia sepium</i>	31.7 ^a	31.9 ^c	36.3 ^b
<i>Leucaena leucocephala</i>	23.6 ^{bc}	66.6 ^a	9.7 ^c
<i>Cynodon plectostachyus</i>	25.7 ^b	25.9 ^d	48.2 ^a
<i>Guazumaulmifolia</i>	21.9 ^c	45.6 ^b	32.4 ^d

^{abcd}= Medias con distinta letra en la misma columna son estadísticamente diferentes.

Proporción de materia seca soluble

Los resultados de esta variable fueron diferentes ($P < 0,01$) entre las hojas de los AMP, siendo de 31.7^a; 25.7^b; 23.6^{bc} y 21.9^c% para T4, T1, T3 y T2, respectivamente (Cuadro 2). La MS soluble es importante a nivel ruminal ya que representa el primer aporte de nitrógeno y energía para asegurar el inicio de la degradación por parte de los microorganismos ruminales. Las hojas de los AMP poseen cantidades de MS soluble similares a otras leguminosas tropicales como *Cajanus cajan* (Dzowela *et al.*, 1998) y *Acacia cyanophylla* (Reed *et al.*, 1990) y mayores que las hojas de zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*) (Ramírez-Morales, 2004) y zacate Klein (*Panicum coloratum*) (Cornejo-Treviño, 1998).

Proporción de materia seca degradable

La proporción de MS degradable fue de 66.6^a; 45.6^b; 31.9^c y 25.9^d% para T3, T2, T4 y T1, respectivamente (Cuadro 2). Los resultados de

Es la cantidad de MS que no se degrada hasta más de 72 h después en el rumen. Los resultados del estudio indicaron que T3 tuvo una menor proporción de MS indigestible (9.7%) con respecto a T2 (32.4%), T4 (36.3%) y T1 (48.2%) existiendo diferencias ($P < 0.05$) entre los grupos experimentales.

Cinética ruminal de la materia seca digestible

La velocidad y el tiempo de inicio de la degradación de la MS digestible contenida en las hojas de los AMP evaluados se muestran en el Cuadro 3.

Inicio de degradación de la MS degradable

En el estudio se encontró que el tiempo de inicio de la degradación de la MS para las hojas de los AMP fue diferente ($P < 0.001$) entre los

Cuadro 3. Cinética ruminal de la MS degradable en hojas de AMP y una poácea

Tratamientos	Cinética ruminal de la materia seca degradable		
	Proporción de MS degradable%	Inicio de la degradación (h)	Velocidad de degradación (% h-1)
<i>Gliricidia sepium</i>	31.9 ^c	2.0 ^b	0.05 ^c
<i>Leucaena leucocephala</i>	66.6 ^a	0.43 ^c	0.12 ^a
<i>Cynodon plectostachyus</i>	25.9 ^d	2.5 ^{ba}	0.08 ^b
<i>Guazuma ulmifolia</i>	45.6 ^b	3.2 ^a	0.05 ^c
Coeficiente de variación P>F		33.2	14.4
		<.0001	<.0001

abcd= Medias con distinta letra en la misma columna son estadísticamente diferentes.

tratamientos evaluados siendo de 0.43, 2.0, 2.5 y 3.2 h para T3, T4, T1 y T2, respectivamente (Cuadro 3).

Velocidad de la degradación de la MS degradable

La velocidad de degradación fue similar ($P>0.01$) entre los tratamientos de estudio, siendo de 0.12, 0.08, 0.05 y 0.05 h para T3, T1, T4 y T2, respectivamente. La tasa de digestión de las hojas de AMP es similar a la reportada para heno de alfalfa (*Medicago sativa*) 20% h-1 o del 10% h-1 en las hojas del guaje (*Leucaena leucocephala*) (García-Castillo, 1997), pero diferente

a lo reportado por Martínez (2002) en *Leucaena* (0.046 h-1), mezquite (*Prosopis glandulosa*) 0.029 h-1 y *Cajanus cajan* (0.034 h-1), la velocidad de degradación de la MS de las gramíneas establecidas en el trópico son menores a los AMP, con valores de 6.2% h-1 para el estrella (Rodríguez-Trujillo, 2003) y 5.3% h-1 para el insurgente (Reyes-Montiel, 2003).

En las Figuras 1, 2, 3 y 4 se muestra la regresión lineal entre los porcentajes de digestibilidad de la MS en el tiempo en que existió una relación lineal significativa ($P<0.01$), en donde el coeficiente de determinación indicó que a partir de los valores observados es posible predecir con cierta aproximación los valores *in situ*.

Cuadro 4. Digestibilidad potencial y degradabilidad efectiva de la MS contenida en las hojas de AMP y una poácea

Tratamiento	Digestibilidad Potencial %				Degradabilidad Efectiva %		
	2%	5%	8%	Potencial	2%	5%	8%
<i>Gliricidia sepium</i>	63.6c	54.8b	47.9b	44.1b			
<i>Leucaena leucocephala</i>	90.2a	80.3a	69.8a	62.4a			
<i>Cynodon plectostachyus</i>	51.7d	45.6d	40.0d	36.5c			
<i>Guazuma ulmifolia</i>	67.5b	52.3c	35.4c	35.4c			
CV	3.4	1.2	1.5	1.8			
P>F	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001			

Tasa de pasaje ruminal; abcdef= Medias con distinta letra en la misma columna son estadísticamente diferentes.

Materia seca potencialmente digestible (MSPD)

La MSPD fue diferente ($P < 0.001$) entre tratamientos, siendo de 90.2, 67.5, 63.6 y 51.7% para T3, T2, T4 y T1, respectivamente (Cuadro 4 y Figuras 1, 2, 3 y 4). Estos resultados son superiores a los reportados por Ramírez-Morales (2004) para zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*) de 45%. La importancia de esta variable radicó en la alta relación ($r^2=0.97$; $P<0.01$) con la degradabilidad efectiva de la materia seca (Singh *et al.*, 1989).

Degradabilidad efectiva de la materia seca (DEMS)

En el Cuadro 3 se muestra que la DEMS fue diferente ($P < 0,001$) entre tratamientos, siendo de 69.8, 47.9, 41.2 y 40% para T3, T4, T2 y T1, respectivamente. Estos resultados son superiores a los reportados por Castrejón *et al.* (2002), quienes encontraron una DEMS de 42.95 ± 4.1 , 63.56 ± 9.76 y $45.85 \pm 8.79\%$ al evaluar hojas de árboles de huizache (*Acacia farnesiana*), huamúchil (*Pithecellobium dulce*) y vainas de cubata (*Acacia cochiliacantha*). Por otro lado, estos resultados no coinciden con lo reportado por Combellas (1998), en donde menciona que los forrajes de buena calidad tienen entre 65 y 70% de materia seca digestible.

Estos resultados son inferiores a los mencionados por Reyes-Montiel (2003), quien encontró una digestibilidad efectiva del 80 y 55% en hojas de AMP y de una gramínea, respectivamente, y similares a los reportados por García-Castillo (1995) y Neira (1993) en hojas de alfalfa (*Medicago sativa*) y guaje (*Leucaena leucocephala*), quienes encontraron una DEMS del 62.1 y 67.4%, respectivamente. Lo anterior confirma la conclusión de Castrejón *et al.* (2002), quien menciona que la DEMS es mayor en las hojas de AMP que la considerada para un pasto de alta calidad nutritiva.

Asimismo, Ørskov (1998) menciona que la mayor digestibilidad de la MS se obtiene en leguminosas, lo que constituye la principal diferencia al comparar la degradación entre las gramíneas tropicales y esta familia de plantas.

CONCLUSIONES

La composición química de las hojas de árboles multipropósito y el zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*) es diferente; específicamente, el estrella presenta mayor contenido de paredes celulares y el guaje (*Leucaena leucocephala*) mayor proporción de proteína cruda con relación a las hojas de yaite (*Gliricidia sepium*) y caulote (*Guazuma ulmifolia*).

La digestibilidad ruminal *in situ* de la materia seca de las hojas de *Leucaena leucocephala*

Figura 1. Porcentaje de digestibilidad de *Cynodonplectostachyus*

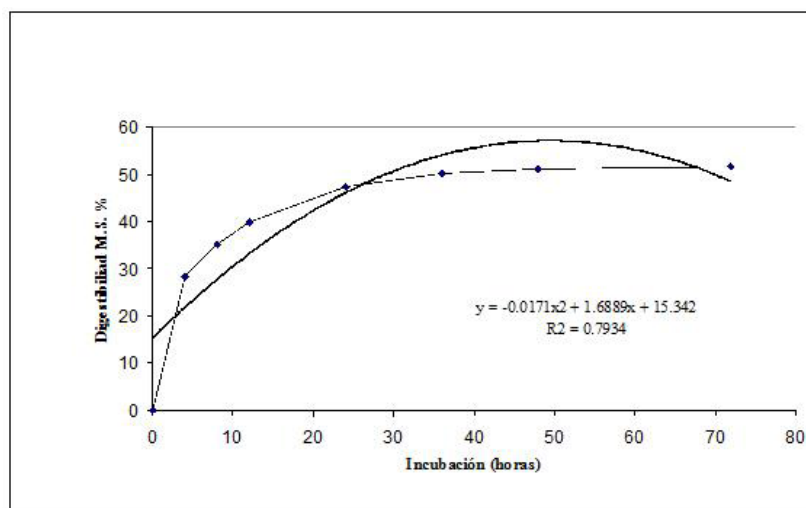


Figura 2. Porcentaje de digestibilidad de *Guazuma ulmifolia*.

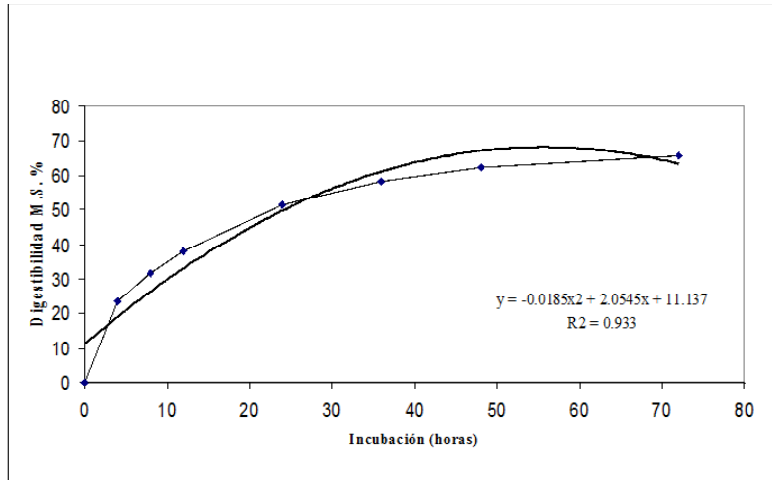


Figura 3. Porcentaje de digestibilidad de *Leucaena leucocephala*.

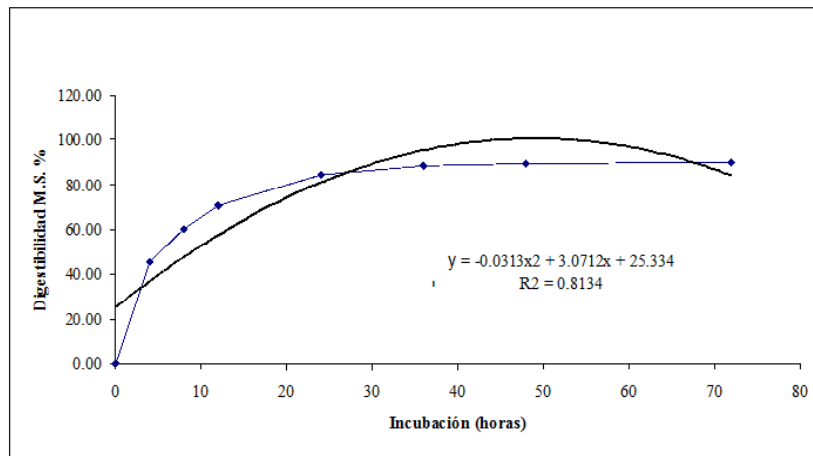
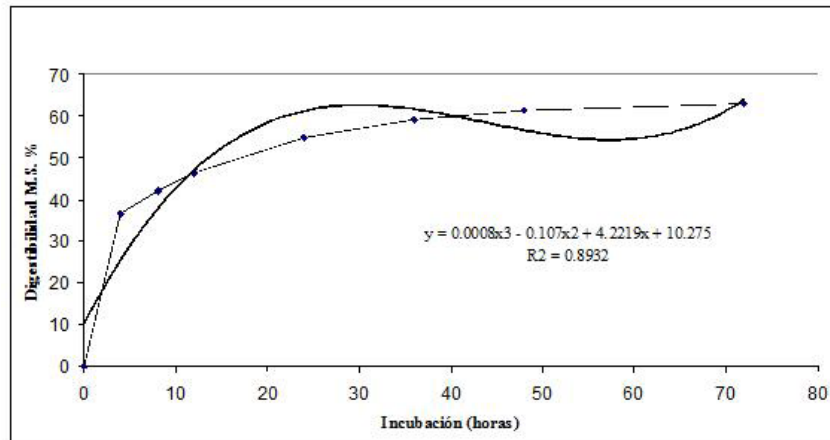


Figura 4. Porcentaje de digestibilidad de *Gliricidia sepium*.



fue superior a las de *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Cynodon plectosytachyus*.

La proporción de MS digestible en las hojas de *Leucaena leucocephala* fue mayor que la encontrada en *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Cynodon plectosytachyus*.

La velocidad de digestión *in situ* de la MS fue más rápida en *Leucaena leucocephala* que la encontrada en *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Cynodon plectosytachyus*.

La digestibilidad potencial de la MS de *Leucaena leucocephala* fue superior que *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium* y *Cynodon plectosytachyus*.

La digestibilidad efectiva de la MS fue más alta en *Leucaena leucocephala* que la encontrada en *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Cynodon plectostachyus*.

Las hojas de árboles multipropósito son una alternativa recomendable para ser utilizada en ovinos.

REFERENCIAS

- AFRC (AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL). (1993). Energy and protein requirements of ruminants. Technical committee on responses to nutrients. Wallingford: CAB International, 159 pp.
- Baldizán, A. (2003). Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los llanos centrales de Venezuela. Tesis Doctor en Ciencias Agrícolas, Postgrado en Producción Animal. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua, Venezuela. 288 pp.
- Castrejón, P.F.A.; Flores, D.; Gálvez, N.; Cabiedes, M. & Huicochea, P. (2002). Consumo, digestibilidad *in vivo* y balance de nitrógeno de heno de hojas de Huizache, Guamúchil y vainas de Cubata, en ovinos Pelibuey, en: Memorias XXVI Congreso Nacional de AMMVEB.
- Combellas, J. (1998). Alimentación de la vaca de doble propósito y de sus crías. Fundación Inlaca, Valencia, Venezuela. 196 pp.
- Cornejo-Treviño, M.M. (1998). Valor nutritivo y la degradabilidad ruminal de la proteína cruda de la planta completa, hojas y tallos de los zacates Klein (*Panicum coloratum*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Pretoria (*Andropogon annulatum*), y Buffel (*Cenchrus ciliaris*) colectados en verano en Linares, Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, N.L.
- Dzowela, B.H.; Hove, L.; Topps, J. & Mafongoya, P. (1995). Nutritional and anti-nutritional characters and rumen degradability of dry matter and nitrogen for some multipurpose tree species with potential for agroforestry in Zimbabwe. *Animal Feeding Science and Technology*, 55, 207-214.
- El Hassan, S.M.; Lahlou, A.; Newbold, C.J. & Wallace, R.J. (2000). Chemical composition and degradation characteristics of foliage of some African multipurpose trees. *Animal Feeding Science Technology*, 86, 27-33.
- García-Castillo, C.G. (1995). Composición química, perfil mineral, concentración de ácidos grasos volátiles y degradabilidad ruminal de la materia seca y la proteína cruda del forraje de 9 zacates del estado de Nuevo León, colectados durante el invierno. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, N.L.
- García-Castillo, C.G. (1997). Características ruminales, balance de nitrógeno y digestibilidad *in vivo* de borregos suplementados con hojas de arbustos nativos del noroeste de México. Reporte de Investigación. 2ª Residencia Anual de la Investigación Científica. Academia de la Investigación Científica, A.C. y CONACYT. Monterrey, N.L. México.
- Martínez, P.R. (2002). Caracterización nutricional del Gandul (*Cajanus cajan*) basado en sus componentes químicos, desaparición *in situ* y cinética digestiva. Tesis de Maestría en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima. Colima, México.
- McDonald, L. (1981). A revised model for estimation of protein degradability in the rumen. *Journal of Science Cambridge*, 96, 251-251.
- Neira, M.R.R. (1993). Composición química y Digestibilidad *in situ* de la proteína de 15 árboles nativos del noroeste de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL, Monterrey, N.L.
- Orskov, E.R. & McDonald, L. (1979). Estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. *Journal of Science Cambridge*, 96, 499-503.
- Orskov, E.R. (1998). Feed evaluation with emphasis de degradation *in situ* of *Leucaena leucocephala* on fibrous roughages and fluctuating supply of *Panicum maximum*. *Small Ruminant Reserch*, 28, 1-8.
- Pedraza, R.M.; Estévez, J.; Guevara, G. & Martínez, S. (2003). Degradabilidad ruminal efectiva y digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje de leguminosas arbóreas tropicales. *Pastos y Forrajes*, 26(3), 237-241.
- Pinto, R.R.; Ramírez, L.; Kú-Vera, J. & Ortega, L. (2002). Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. *Pastos y Forrajes*, 25(3), 171-180.
- Kú-Vera, J.C.; Ramírez, L.; Jiménez, G. & Alayón, J. (1999). Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano, en: IV Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Octubre 28-30. CIPAV. Cali, Colombia.
- Ramírez-Morales, G. (2004). Proporción de materia seca degradable en rumen del zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus IV. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas, México.
- Ramírez, R.; Martell, A. & Lozano, F. (2001). Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *CIENCIA UANL* (Universidad Autónoma de Nuevo León), 4(3), 179-189.

- Reed, J.D.; Soller, H. & Woodward, A. (1990). Fodder tree and straw diets for sheep: intake, growth, digestibility and the effects of phenolics on nitrogen utilization. *Animal Feeding. Science of Technology*, 30, 39-50.
- Reyes-Montiel, R. (2003). Degradación ruminal de la materia seca del zacate Insurgente (*Brachiaria brizantha*) colectado en época de lluvias en una región de clima cálido húmedo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus IV. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas, México.
- Rodríguez-Trujillo, J.A. (2003). Proporción de materia seca degradable y velocidad de degradación en rumen del zacate estrella de África (*Cynodon dactylon*). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus IV. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas, México.
- Singh, B.H.; Makkar, P. & Negi, S. (1989). Rate and extent of digestion and Potentially Digestible Dry Matter and cell wall of various trees leaves. *Journal of Dairy Science*, 72, 3233-3239.
- STATISTIC ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). (1998). *Statistics. Inc. Cary, NC. USA. V. 8.*
- Torres, N.J.A.; Ramírez, R. & Zárate, R. (1993). Perfil nutricional y digestibilidad *in situ* del forraje de arbustos nativos del noroeste de México, en: *Memorias del II Seminario Centroamericano y del Caribe sobre agroforestería con rumiantes menores. 15-18 de noviembre. San José, Costa Rica.*
- MS: Materia seca, MO: Materia orgánica, PC: Proteína cruda, FDN: Fibra detergente neutra, FDA: Fibra detergente ácida.