

Composición química y digestibilidad de algunos árboles tropicales forrajeros de Campeche, México*

Foliage composition and digestibility of some tropical forage trees of Campeche, Mexico

Francisco Enrique Cab-Jiménez¹, María Esther Ortega-Cerrilla^{2§}, Adrián Raymundo Quero-Carrillo², Javier Francisco Enriquez-Quiroz¹, Humberto Vaquera-Huerta² y María Elena Carranco-Jauregui³

¹Campo Experimental La Posta- INIFAP. Carretera Veracruz-Córdoba, km 22.5, Medellín, Paso del Toro, Veracruz. ²Colegio de Posgraduados, Carretera. México- Texcoco km 36.5. Texcoco, Estado de México. ³Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Departamento de Nutrición Animal. México, D. F. [§]Autora para correspondencia: meoc@colpos.mx.

Resumen

Con la finalidad de evaluar su potencial como una alternativa de recurso forrajero, se determinó la composición química, digestibilidad y factores antinutricionales de *Lysiloma latisiliquum*, *Senna racemosa*, *Bauhinia divaricata*, *Senna pendula*, *Albizia lebbbeck*, *Piscidia piscipula* y *Lonchocarpus rugosus*. El material vegetal fue recolectado de diferentes sitios previamente seleccionados durante las estaciones seca y lluviosa. *A. lebbbeck* mostró la mayor cantidad de proteína cruda (PC) en la estación seca (24%), mientras que en la estación lluviosa fue *S. pendula* (21.8%). Las mayores porcentajes de FND (66.8%) y FAD (46.2) se encontraron en *A. lebbbeck* en las dos estaciones, en tanto que el mayor contenido de lignina se observó en *L. latisiliquum* en la estación seca (12.8%) y en *L. rugosus* en la lluviosa (25.4%). El inhibidor de tripsina se encontró en todas las especies y hemagglutininas en *L. latisiliquum* y *L. rugosus*, pero no en niveles tóxicos. Se encontraron diferencias ($p < 0.05$) en la digestibilidad *in situ* entre las leguminosas en las dos estaciones. La mayor digestibilidad de DM se observó en *S. pendula* (89.1 y 85%) y la menor en *L. rugosus* (40.1 y 48%), en las dos estaciones. Se concluye que la estación seca es el mejor periodo para el uso de leguminosas arbustivas por su disponibilidad de nutrientes y estrategias de manejo que deben ser apropiados para la supervivencia de las plantas.

Abstract

In order to evaluate their potential as an alternative foraging resource, the chemical composition, digestibility and antinutritional factors of *Lysiloma latisiliquum*, *Senna racemosa*, *Bauhinia divaricata*, *Senna pendula*, *Albizia lebbbeck*, *Piscidia piscipula*, and *Lonchocarpus rugosus*, were determined. Plant material was collected from different, previously selected sites during the dry and rainy seasons. *A. lebbbeck* showed the greatest crude protein (CP) content in the dry season (24%), while in the rainy season it was for *S. pendula* (21.8%). The greatest percentages of NDF (66.8) and ADF (46.2) were found in *A. lebbbeck* in both seasons. The greatest lignin fraction was found in *L. latisiliquum* in the dry season (12.8%) and in *L. rugosus* in the rainy season (25.4%). The trypsin inhibitor was found in all species, and hemagglutinins in *L. latisiliquum* and *L. rugosus*, but not at toxic levels. There were differences ($p < 0.05$) regarding *in situ* digestibility among the legumes in both seasons. The greatest digestibility of DM was for *S. pendula* (89.1 and 85.0%), and the lowest for *L. rugosus* (40.1 and 48%), in both seasons. It is concluded that the dry season is the better period to use these shrub legumes given nutrient availability and management strategies must be suitable for plant survival.

* Recibido: enero de 2015
Aceptado: abril de 2015

Palabras clave: Campeche, digestibilidad *in situ*, factores antinutricionales, leguminosas arbustivas.

En México, la familia de las Fabaceae está representada por 92 géneros y tres sub-familias: *Leguminosoideae*, *Papilionoideae*, y *Caesalpinoideae*, en Campeche esta familia tiene un alto número de especies (Zamora *et al.*, 2011), que pueden ser usadas en la alimentación animal. Para ser viables como un recurso forrajero, las leguminosas necesitan tener características que sean equivalentes o sobrepasen el contenido de proteína y digestibilidad de otras plantas usadas tradicionalmente como forrajes. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición química, factores antinutricionales y digestibilidad *in situ* de siete leguminosas de Campeche, México.

Las plantas fueron recolectadas en el estado de Campeche, en los municipios de Edzna, China, Nueva Esperanza y Campeche. El periodo de colecta del material vegetal fue el mismo para todas las especies: la estación de lluvias (junio-octubre) y la estación seca (marzo-mayo).

Las especies estudiadas fueron: *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Bauhinia divaricata* L., *Senna racemosa* (P. Mill.) Irwin et Barneby, *S. pendula* (Willd.), *Albizia lebbeck* (L.) Benth., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. and *Lonchocarpus rugosus* Benth. Sub sp. rugosus. Se determinó el contenido de proteína cruda (PC), cenizas (AOAC, 2005), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina (Van Soest *et al.*, 1991) para cada una de las especies. También se analizaron factores antinutricionales: inhibidor de tripsina (Kakade *et al.*, 1974), saponinas (Monroe *et al.*, 1952), hemaglutininas, con la técnica de disolución (Jaffe *et al.*, 1974) y actividad ureásica (AOAC, 2002).

La digestibilidad *in situ* de la materia seca fue evaluada (Orskov y McDonald, 1979), usando bolsas de nylon (10 x 20 cm) con porosidad 52 ± 10 mm, dentro de las cuales se colocaron 5 g de materia seca de la muestra. Se usaron tres vacas Holstein canuladas, con peso promedio de 450 kg. Los tiempos de incubación para cada una de las muestras fue de 0, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 h. Posterior al tiempo de incubación, cada bolsa fue lavada con agua corriente durante un minuto en cinco ocasiones hasta que el agua fuera clara, secándose en estufa de aire forzado a 55 °C. La digestibilidad *in situ* se calculó como la cantidad de MS desaparecida.

Keywords: antinutritional factors, Campeche, *in situ* digestibility, legume trees.

In Mexico, the Fabaceae family is represented by 92 genera and three sub-families: *Leguminosoideae*, *Papilionoideae*, and *Caesalpinoideae*, in Campeche this family has a high number of species (Zamora *et al.*, 2011) which might be used as animal feed. To be viable as a foraging resource, the legumes need to have nutritional characteristics that equal, or surpass protein content, and digestibility of other plants traditionally used as forage. The objective of this work was to determine the chemical composition, antinutritional factors and *in situ* digestibility of seven tree legumes of Campeche, Mexico.

Plant material was collected in the state of Campeche, in the municipalities of Edzna, China, Nueva Esperanza, and Campeche. The collection time of the material was the same for all species: rainy season (June-October) and dry season (March-May).

The studied species included: *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Bauhinia divaricata* L., *Senna racemosa* (P. Mill.) Irwin et Barneby, *S. pendula* (Willd.), *Albizia lebbeck* (L.) Benth., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. and *Lonchocarpus rugosus* Benth. subsp. rugosus. Crude protein (CP), ash (AOAC, 2005), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and lignin (Van Soest *et al.*, 1991), were determined. The following antinutritional factors were also analyzed: trypsin inhibitor (Kakade *et al.*, 1974), saponins (Monroe *et al.*, 1952), hemagglutinins, through the dilution technique (Jaffe *et al.*, 1974), and ureasic activity (AOAC, 2002).

In situ digestibility of dry matter was evaluated (Orskov and McDonald, 1979), using nylon bags (10x20 cm) with porosity 52 ± 10 mm, in which were placed 5 g of the sample (DM). Three cannulated Holstein cows, mean body weight of 450 kg, were used. Incubation times were 0, 4, 8, 16, 24, 48, and 72 h. The bags were later rinsed five times with running water for one minute until water was clear and dried in an air stove at 55 °C. *In situ* digestibility was calculated as the amount of disappeared DM.

Data were analyzed as repeated measurements using the PROC MIXED procedure of SAS (SAS, 2002) for a completely randomized design. Means were compared by Tukey test ($p < 0.05$).

Differences ($p < 0.05$) were seen among the studied legumes regarding ash content in the dry season. The greatest values were observed in *S. pendula* and *P. piscipula* (14.2 and

Los datos fueron analizados con el procedimiento PROC MIXED (SAS, 2002) en un diseño completamente al azar. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Se observaron diferencias ($p < 0.05$) en el contenido de cenizas durante la estación seca en las leguminosas estudiadas. Los mayores valores se observaron en *S. pendula* and *P. pispipula* (14.2 and 11.9%); estas especies también mostraron las mayores concentraciones de cenizas durante la estación de lluvias (Cuadro 1). *A. lebeck* and *S. pendula*, a su vez, mostraron los mayores porcentajes de PC ($p < 0.05$) en ambas estaciones. La mayor concentración de FND en la estación seca se encontró en *A. lebeck* (66.8%), seguida por *B. divaricate* (60.9%), *S. racemosa* (58.8%) y *S. pendula* (58.3%). En la de lluvias fue en *L. rugosus* (75.4%). El mayor porcentaje de FAD durante la estación seca se observó en *A. lebeck* (46.2%), seguida por *L. rugosus* (43.5%) y *P. pispipula* (40.7%), y en el de lluvias *L. rugosus* y *L. latisiliquum* tuvieron los mayores valores (63.2, 57.9%, respectivamente), mientras que *S. racemosa* tuvo el menor (27.3%). Los mayores valores ($p < 0.05$) de lignina en la estación seca se observaron en *L. rugosus* (25.4%) y *L. latisiliquum* (12.8%) durante el periodo de lluvias. Los resultados observados en *A. lebeck* son similares a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2005) para cenizas, FND y FAD, con ligeras diferencias, debido posiblemente a las distintas edades de rebrote. López *et al.* (2008) reportaron los siguientes valores para *P. pispipula* recolectada en Quintana Roo: 12.6% PC; 50.0% FND; 34.6% FAD y 17.2% para lignina. Con excepción de la menor concentración de PC, observada por estos investigadores, los valores son similares a los obtenidos en el presente estudio. El contenido de lignina en esta investigación se encuentra dentro de los valores normales para leguminosas arbustivas tropicales, como lo mencionan Camero *et al.* (2001).

11.9%); these species also showed the highest concentrations in the rainy season (Table 1). *A. lebeck* and *S. pendula* showed the highest percentages of CP ($p < 0.05$) in the dry and rainy seasons. The highest NDF value in the dry season was for *A. lebeck* (66.8%), followed by *B. divaricate* (60.9%), *S. racemosa* (58.8%), and *S. pendula* (58.3%). In the rainy season, the highest was for *L. rugosus* (75.4%). On the other hand, the highest ADF value in the dry season was for *A. lebeck* (46.2%) followed by *L. rugosus* (43.5%) and *P. pispipula* (40.7%). In the rainy season, *L. rugosus* and *L. latisiliquum* showed the highest values (63.2 and 57.9%, respectively), while *S. racemosa* had the lowest value (27.3%).

The highest lignin content ($p < 0.05$) in the dry season was for *L. rugosus* (25.4%), while in the rainy season was for *L. latisiliquum* (12.8%). The results in this study for *A. lebeck* are similar to those obtained by Rodríguez *et al.* (2005) for ash, ADF and NDF, with slight variations, possibly because of the different re-budding ages used. López *et al.* (2008) have reported the following values for *P. pispipula* harvested in Quintana Roo: 12.6% CP; 50% FDN; 34.6% FDA and 17.2 for lignin. With the exception of the lower concentration of CP observed by these researchers, the values are similar to those found in the present study. The lignin content of the plants in this study is within the normal values for tropical shrub legume species, as mentioned by Camero *et al.* (2001).

In the rainy season, most of the evaluated species showed a variation in the concentration of the trypsin inhibitor, with high values in *L. rugosus*, *S. pendula* and *B. divaricata*, and the lowest in *S. racemosa*. In the dry season, they were surpassed by *L. latisiliquum*, *L. rugosus*, and *S. pendula*; on the other hand, the lowest values were observed in *A. lebeck* and *S. racemosa* (Table 2). This compound results in the decrease of the trypsin activity, causing growth problems

Cuadro 1. Composición química de leguminosas arbustivas recolectadas en Campeche, Mexico durante los periodos seco y de lluvias en base seca.

Table 1. Composition of tree legumes collected in Campeche, Mexico during the dry and rainy season in DM basis.

Leguminosas arbustivas	Cenizas		Proteína cruda		FND		FAD		Lignina	
	S (%)	LL (%)	S (%)	LL (%)	S (%)	LL (%)	S (%)	LL (%)	S (%)	LL (%)
<i>L. latisiliquum</i>	7.2 ^d	4.5 ^f	17.1 ^c	15.1 ^c	52.8 ^b	65.7 ^b	31.5 ^d	57.9 ^a	21.6 ^a	12.8 ^a
<i>S. racemosa</i>	8.5 ^c	4.7 ^e	19.3 ^c	19.5 ^{ab}	58.8 ^{ab}	62.5 ^b	32.5 ^{cd}	27.3 ^c	2.8 ^d	9.1 ^c
<i>B. divaricata</i>	8.3 ^c	7.9 ^c	16.9 ^e	18.2 ^{abc}	60.9 ^{ab}	64.3 ^b	35.4 ^{bed}	42.1 ^b	11.3 ^b	9.7 ^{bc}
<i>S. pendula</i>	14.2 ^a	12.6 ^a	20.9 ^b	21.8 ^a	58.3 ^{ab}	49.3 ^c	38.0 ^{abcd}	34.3 ^{bc}	6.2 ^d	4.0 ^e
<i>A. lebeck</i>	4.1 ^e	7.1 ^d	24.0 ^a	21.0 ^{ab}	66.8 ^a	63.8 ^b	46.2 ^a	40.3 ^b	6.0 ^d	6.4 ^d
<i>P. pispipula</i>	11.9 ^b	11.9 ^b	18.3 ^d	17.1 ^{bc}	52.9 ^b	59.5 ^b	40.7 ^{abc}	42.8 ^b	14.3 ^b	11.0 ^b
<i>L. rugosus</i>	8.0 ^c	7.3 ^d	15.4 ^f	18.4 ^{abc}	56.3 ^b	75.4 ^a	43.5 ^{ab}	63.2 ^a	25.4 ^a	11.0 ^b

S= estación seca; LL= estación lluviosa. Los valores en la misma columna con diferente letra son las diferencias entre ellos ($p < 0.05$).

Durante el periodo de lluvias, la mayoría de las especies evaluadas mostró una variación en la concentración del inhibidor de tripsina, siendo *L. rugosus*, *S. pendula* y *B. divaricata* donde se encontraron las mayores concentraciones y *S. racemosa* la que presentó la menor concentración. En el periodo seco, *L. latisiliquum*, *L. rugosus*, y *S. pendula* mostraron la mayor concentración, mientras que los menores valores se observaron en *A. lebeck* y *S. racemosa* (Cuadro 2). Este compuesto disminuye la actividad de la tripsina, causando problemas de crecimiento e hipertrofia pancreática. Sin embargo, los rumiantes se ven menos afectados que los no rumiantes porque éstos se degradan lentamente en el rumen (Fuller, 2004).

and pancreas hypertrophy. However, ruminants are less affected than non-ruminants because trypsin inhibitors are degraded slowly in the rumen (Fuller, 2004).

Saponin was not present in the legumes studied, with the exception of *L. latisiliquum* which content was low in the dry season however this concentration is not harmful for ruminants. Hemagglutinins were present in *L. latisiliquum* in both rainy and dry season and in *L. rugosus* in the dry season. The ureasic activity can be harmful, since it produces ammonia when urea is used as a supplement values of 0.11 units or less are considered acceptable

Cuadro 2. Factores antinutricionales en leguminosas arbustivas recolectadas en Campeche, Mexico.

Table 2. Antinutritional factors in tree legumes collected in Campeche, Mexico.

Leguminosas Arbustivas	Componente							
	Inhibidor de tripsina (TIU/g muestra)		Saponinas		Hemagglutininas (a)		Actividad ureásica (b)	
	S	LL	S	LL	S	LL	S	LL
<i>L. latisiliquum</i>	5522.62	864.03	low	negative	1:32	1:08	0.1700	0.0029
<i>S. racemosa</i>	643.15	820.76	negative	negative	negative	negative	0.0029	0.0029
<i>B. divaricata</i>	1865.71	1776.58	negative	negative	negative	negative	0.0029	0.0029
<i>S. pendula</i>	2659.88	1426.71	negative	negative	negative	negative	0.0029	0.0029
<i>A. lebeck</i>	585.74	2247.60	negative	negative	negative	negative	0.1300	0.0029
<i>P. piscipula</i>	671.14	938.24	negative	negative	negative	negative	0.0029	0.0029
<i>L. rugosus</i>	4394.55	4745.48	negative	negative	1:20	negative	0.0029	0.0029

S= estación seca; LL= estación lluviosa. TIU= unidades de inhibidor de tripsina, a= máxima dilución que produce aglutinación en 1 h, b= aumento en unidades de pH.

No se encontraron saponinas en las leguminosas estudiadas, con excepción de *L. latisiliquum*, cuya concentración fue baja durante la estación seca, aunque no representa un riesgo para los rumiantes. Se encontraron hemagglutininas en *L. latisiliquum* durante la estación seca y lluviosa, y en *L. rugosus* solamente en la seca. La actividad ureásica puede ser dañina, por el incremento en la concentración de amoníaco cuando se usa urea como suplemento, valores iguales o menores a 0.11 unidades son considerados aceptables (Arelovich, 2008). Los valores observados durante este estudio fueron menores a esta cantidad, a excepción de *L. latisiliquum* y *A. lebeck* durante la estación seca.

La digestibilidad *in situ* de los forrajes estudiados mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las especies durante las primeras cuatro horas de incubación, con los mayores valores presentes en *S. pendula* (59.1%) y *S. racemosa* (46.2%), mientras que *L. rugosus* presentó el menor valor (32.1%; Figura 1).

(Arelovich, 2008). The values observed in this study were lower to this amount, except for *L. latisiliquum* and *A. lebeck* in the dry season.

In situ digestibility of the forage sampled in the rainy season showed significant differences ($p < 0.05$) among species in the first four hours of incubation, with the highest values for *S. pendula* (59.1%) and *S. racemosa* (46.2%), while *L. rugosus* showed the lowest value (32.1%; Figure 1).

S. pendula and *S. racemosa* behaved similarly during incubation, with higher values at 72 h (89.1 and 88%, respectively), followed by *B. divaricata* and *P. piscipula* (67.1 and 60.2%, respectively). The specie with the lowest digestibility was *L. rugosus* with 32.0 and 40.1% at 4 and 72 h incubation.

Forage collected in the dry season showed differences ($p < 0.05$) among species, being *S. racemosa*, *B. divaricata*, and *S. pendula* statistically similar with 51.1% at 4 h incubation, but

S. pendula y *S. racemosa* se comportaron de manera similar durante el periodo de incubación, con los valores altos a las 72 h (89.1 y 88.0%, respectivamente), seguidas por *B. divaricata* (67.1%) y *P. piscipula* (60.2%). La especie con la menor digestibilidad fue *L. rugosus* con 32 y 40.1%, a las 4 y 72 h de incubación.

Los forrajes recolectados durante la estación seca mostraron diferencias ($p < 0.05$) entre especies, siendo *S. racemosa*, *B. divaricata* y *S. pendula* estadísticamente similares con 51.1% a 4 h de incubación, pero diferentes de *A. lebbeck* y *P. piscipula* con 34.0% y estas últimas similares a *L. rugosus* y *L. latisiliquum* (Figura 2). Conforme transcurrió el tiempo de incubación, las primeras tres especies mantuvieron la mayor digestibilidad hasta las 72 h. En la estación seca y lluviosa el menor valor fue para *L. rugosus*, con 48.1% de digestibilidad de la MS a las 72 h.

Se ha reportado 77.7% de digestibilidad *in situ* del guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) (Pinto *et al.*, 2004), la que es considerada como especie forrajera por su aceptación y alta digestibilidad. Su porcentaje de digestibilidad es cercano a los observados en el presente estudio en *S. pendula* y *B. divaricata* a las 24 h de incubación. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit es una leguminosa usada en los sistemas de producción animal, que ha mostrado en la estación de lluvias una digestibilidad de 66.2% a las 48 h y 68% las 72 h (Sánchez *et al.*, 2008). Estos valores son similares a aquellos obtenidos en *B. divaricata* a las 48 y 72 h, así como para *P. piscipula* a las 72 h.

Valores superiores a 60% después de 20 h de incubación se han reportado en *Leucaena leucocephala* (Razz *et al.*, 2004). Este valor es comparable con los resultados obtenidos en *B. divaricata* y *S. pendula*. La digestibilidad reportada para *Gliricidia sepium* (Olivares *et al.*, 2005) fue de 36, 50, and 70% a las 12, 24 y 48 h, similar a *L. rugosus*, principalmente a las 16 y 24 h, con digestibilidad de 36.1 y 43% de digestibilidad, respectivamente.

Conclusiones

Una alta digestibilidad *in situ* de la MS se encontró en *S. racemosa*, *S. pendula*, *B. divaricata*, y *P. piscipula*, independientemente de la estación, habiendo mayor disponibilidad de nutrientes en la estación seca. Entre los factores antinutricionales que se determinaron, el inhibidor

different to *A. lebbeck* and *P. piscipula* with 34% and these last ones similar to *L. rugosus* and *L. latisiliquum* (Figure 2). As incubation time passed, the first three species kept the highest digestibility, up to 72 h. In both the dry and rainy seasons, the lowest value was for *L. rugosus*, with 48.1% digestibility of DM at 72 h.

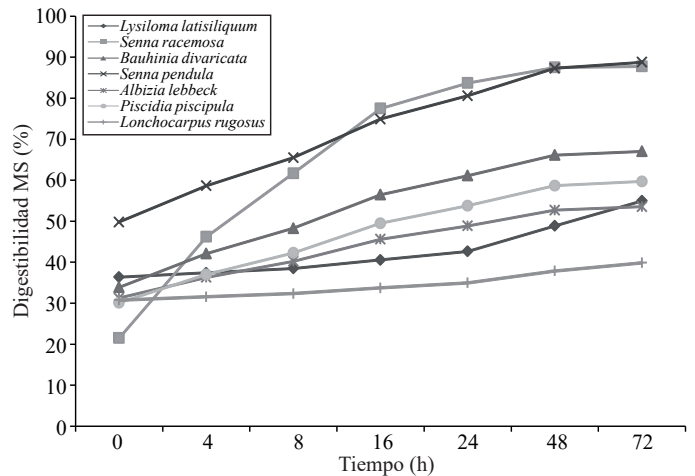


Figura 1. Digestibilidad *in situ* de la MS de leguminosas arbustivas recolectada durante el periodo de lluvias en Campeche, México.

Figure 1. *In situ* DM digestibility of tree legumes collected in the rainy season in Campeche, Mexico.

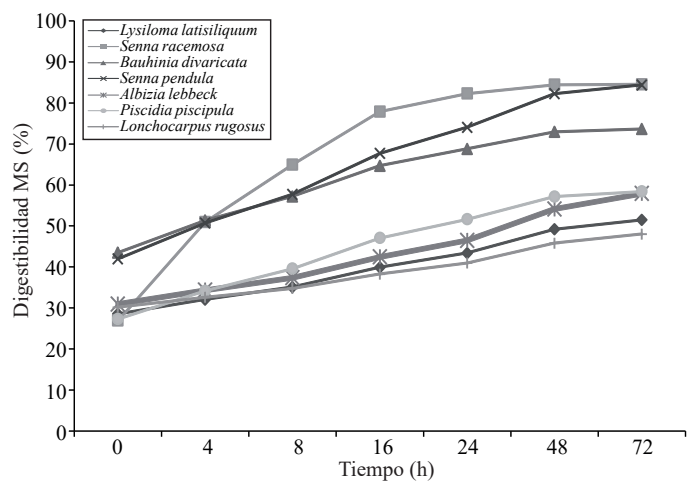


Figura 2. Digestibilidad *in situ* de la MS de leguminosas arbustivas recolectadas en la estación seca en Campeche, México.

Figure 2. *In situ* DM digestibility of tree legumes collected in the dry season in Campeche, Mexico.

In situ digestibility of guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) has been reported as 77.7% (Pinto *et al.*, 2004). It is considered a forage species because of both its acceptability and its high digestibility. Its digestibility value is near to those found in this study for *S. pendula* and *B. divaricata*

de la tripsina fue el que se encontró en mayor proporción, pero no en niveles que puedan ser considerados tóxicos, mientras que otros fueron inexistentes o su concentración fue muy baja. Por lo tanto las leguminosas evaluadas pueden ser usadas en sistemas de pastoreo con consumo moderado o como bancos de proteína.

Literatura citada

- AOAC (Official Methods of Analysis of AOAC). 2005. International. 18th Ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland.
- AOAC (Official Methods of Analysis). 2002. 17th Ed. Association of Agricultural Chemists, Washington, DC.
- Arelovich, H. M. 2008. Elementos minerales. Su impacto en la fermentación ruminal. *Rev. Argent. Prod. Anim.* 28:235-253.
- Camero, A.; Ibrahim, M. and Kass, M. 2001. Improving rumen fermentation and milk production with legume-tree fodder in the tropics. *Agroforest. Syst.* 51:157-166.
- Fuller, M. F. 2004. The encyclopedia of farm animal nutrition. CABI, Wallingford, UK.
- Jaffé, L. A.; Werner, G. and González, I. D. 1974. Isolation and partial characterization of bean phytohemagglutinins. *Phytochem.* 13:2685-2693.
- Kakade, M. L.; Rackis, J. J.; McGhee, J. E. and Puski, G. 1974. Determination of trypsin inhibitors activity of soy-products. A collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem.* 51:376-382.
- López, H. M. A.; Rivera, L. J. A.; Ortega, R. L.; Escobedo, M. J. G.; Magaña, M. M. A.; Sanginés, G. R. y Sierra, V. A. C. 2008. Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del Norte de Quintana Roo. *Téc. Pec. Méx.* 46:205-215.
- Monroe, E. E.; Wall, E. and Rolland, M. L. 1952. Detection and estimation of steroidal saponins in plant tissue. *Anal. Chem.* 8:1337-1341.
- Olivares, P. J.; Jiménez, G. R.; Rojas, H. S. y Martínez, H. P. A. 2005. Uso de las leguminosas arbustivas en los sistemas de producción animal del trópico. *Revista Electrónica de Veterinaria.* 6(5)234-243. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505.html>.
- Orskov, E. R. and McDonalds, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.* 92:499-503.
- Pinto, R.; Gómez, H.; Martínez, B.; Hernández, A.; Medina, F.; Ortega, L. y Ramírez, L. 2004. Especies forrajeras utilizadas bajo silvopastoreo en el centro de Chiapas. *AIA.* 8:1-11.
- Razz, R.; Clavero, T. y Vergara, J. 2004. Cinética de degradación *in situ* de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*. *Rev. Cient. FCV-LUZ.* 14:424-430.
- Rodríguez, Y.; Chongo, B.; La O, O.; Oramas, A.; Scull, I. y Achang, G. 2005. Características químicas de *Albizia lebbek* y determinación de su potencial nutritivo mediante la técnica de producción de gas *in vitro*. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 39:313-318.
- at 24 h incubation. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit is a legume used in animal production systems, which has shown, in the rainy season, a digestibility at 48 h of 66.2% and at 72 h, 68.0% (Sánchez *et al.*, 2008). These values are similar to those obtained for *B. divaricata* at 48 and 72 h, as well as for *P. piscipula* at 72 h.
- Values above 60% after 20 h of incubation have been reported for *Leucaena leucocephala* (Razz *et al.*, 2004). This value is comparable with the results obtained for *B. divaricata* and *S. pendula*. The digestibility reported for *Gliricidia sepium* (Olivares *et al.*, 2005) was 36, 50, and 70% at 12, 24, and 48 h, similar to *L. rugosus*, mainly at 16 and 24 h (36.1 and 43% digestibility), respectively.

Conclusions

A high *in situ* DM digestibility was found for *S. racemosa*, *S. pendula*, *B. divaricata*, and *P. piscipula*, regardless of the season, being a greater availability of nutrients in the dry season. Among the determined antinutritional factors, trypsin inhibitor was the one found in greater proportion, but not at levels which might be toxic, while the concentration of other antinutritional factors analyzed was less or not existent. Therefore, the legumes evaluated can be used in grazing systems with moderate intake or as protein banks.

End of the English version



- SAS (Statistical Analysis Systems). 2002. SAS Proceeding Guide: Versión 9.0. SAS Inst. Inc. Cary, NC, USA.
- Sánchez, T.; Orskov, R. E.; Lamela, L.; Pedraza, R. y López, O. 2008. Valor nutritivo de los componentes forrajeros de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala*. *Pastos y Forrajes* 31:271-281.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *In: Symposium carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implication in dairy cattle.* *J. Dairy Sci.* 74:3585-3597.
- Zamora, C. P.; Domínguez, C. M. R.; Villegas, P.; Gutiérrez, B. C.; Manzanero, A. L. A.; Ortega, H. J. J.; Hernández, M. S.; Puc, G. E. C. y Puch, C. R. 2011. Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del estado de Campeche, México. *Bol. Soc. Bót. Méx.* 89:27-35.