

Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo

Nutritional composition and antinutritional factor content of twelve native forage species from northern Quintana Roo, Mexico

Maria Aurelia López Herrera^{ab}, Juan Antonio Rivera Lorca^a, Luis Ortega Reyes^b, José Guadalupe Escobedo Mex^a, Miguel Ángel Magaña Magaña^a José Roberto Sanginés García^a, Ángel Carmelo Sierra Vázquez^a

RESUMEN

Mediante una encuesta a productores se identificaron y seleccionaron 12 especies nativas forrajeras, *Galactia multiflora*, *Psychotria nervosa*, *Macroptilium atropurpureum*, *Acalipha villosa*, *Cecropia obtusifolia*, *Piscidia piscipula*, *Trophis racemosa*, *Chaetocalyx scandens*, *Dalbergia glabra*, *Guazuma ulmifolia*, *Spondias mombin* y *Ampelocissus erduenbergiana*. A todas se les determinó la composición química y presencia cualitativa de factores antinutricionales. Los valores de proteína cruda oscilaron entre 106.3 y 238.8 g kg⁻¹ MS. La proteína verdadera varió del 75 al 94 %. Los contenidos de fibra neutro detergente fueron de 283.4 a 629.1 g kg⁻¹ MS. El rango obtenido para fibra ácido detergente fue de 161.0 hasta 415.6 g kg⁻¹ MS. Se observó la presencia de más de un factor. Los fenoles estuvieron presentes en todas las especies a excepción de *Galactia multiflora*. Las especies estudiadas demuestran potencial para ser utilizadas en los sistemas de alimentación animal como fuentes de proteína verdadera en la estación seca.

PALABRAS CLAVE: Especies forrajeras nativas, Composición química, Factores antinutricionales.

ABSTRACT

Based on a producer questionnaire and interviews, twelve native forage species from northern Quintana Roo, Mexico, with foliage during the dry season were selected for determination of chemical composition and qualitative antinutritional factor content: *Galactia multiflora*, *Psychotria nervosa*, *Macroptilium atropurpureum*, *Acalipha villosa*, *Cecropia obtusifolia*, *Piscidia piscipula*, *Trophis racemosa*, *Chaetocalyx scandens*, *Dalbergia glabra*, *Guazuma ulmifolia*, *Spondias mombin*, and *Ampelocissus erduenbergiana*. Crude protein varied from 106.3 to 238.8 g kg⁻¹ DM and true protein from 75 to 94 %. Neutral detergent fiber varied from 283.4 to 629.1 g kg⁻¹ DM, and acid detergent fiber from 161.0 to 415.6 g kg⁻¹ DM. Phenols were present in all the studied species, except *Galactia multiflora*. The studied species are potential sources of true protein for grazing ruminants in the dry season.

KEY WORDS: Native forage plants, Chemical composition, Antinutritional factors.

En la actualidad la utilización de árboles, arbustos y arvenses forrajeros es cada vez más importante para el establecimiento de sistemas silvopastoriles, ya que estos han demostrado ser más sustentables que los monocultivos de gramíneas. La información existente sobre las especies con potencial forrajero es escasa y solamente se han considerado pocas

Forage trees, bushes and weeds constitute an increasingly important element in the establishment of silvopastoral systems since they are known to be more sustainable than grass monocultures. Very little data on potential forage species has been generated to date, and most focuses on *Brosimum alicastrum*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*

Recibido el 4 de enero de 2005. Aceptado para su publicación el 21 de junio de 2006.

^a SIGA-Instituto Tecnológico, Conkal, Yucatán. lopezarelia@inifap.gob.mx. Correspondencia al primer autor.

^b C.E. Mococho Yucatán - INIFAP.

especies como el ramón (*Brosimum alicastrum*), sak yab (*Gliricidia sepium*), pixoy (*Guazuma ulmifolia*), huaxín (*Leucaena leucocephala*), entre otras. No obstante, es del conocimiento de los productores que durante la época de sequía los animales consumen una gran cantidad de especies presentes en la vegetación nativa en forma de forraje verde, frutos y hojas secas caídas.

La vegetación nativa debe estudiarse a fin de ser incorporado en el establecimiento de sistemas donde se asocie con gramíneas o se haga un manejo dirigido de la sucesión secundaria que permita el incremento de la biodiversidad, la existencia de biomasa comestible en mayor cantidad y mejor calidad, que permanezca durante las épocas críticas en las áreas de pastoreo y que permitan la sustentabilidad⁽¹⁾. Es deseable que estas especies sean palatables, tengan buenos contenidos de nitrógeno (N) y digestibilidad, así como que estén presentes durante la época de sequía.

En el estudio de alimentos no convencionales además de evaluar la composición química, también es importante identificar la presencia de factores antinutricionales⁽²⁾, entre los que se encuentran con más frecuencia: los fenoles (taninos), tóxicos nitrogenados (alcaloides y glucósidos cianogénicos), esteroides y terpenos (saponinas)⁽³⁾. La importancia de estos compuestos en la planta es su función como defensa para protegerse de la herbivoría⁽⁴⁾ y, por lo tanto pueden tener efectos detrimentales en los mamíferos, entre los cuales se pueden observar la reducción de palatabilidad, consumo voluntario y digestibilidad de la materia seca y proteína⁽⁵⁾. Sin embargo, en el caso de los rumiantes, su presencia puede ser favorable, tal es el caso de los taninos, ya que tienen propiedad nematocida y capacidad de ligarse a proteínas, protegiéndolas de la degradación ruminal dejando disponible aminoácidos a nivel intestinal⁽⁶⁾.

Con base a lo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química y la presencia cualitativa de factores antinutricionales en especies nativas con potencial forrajero durante la época de seca.

and *Leucaena leucocephala*, among others. Producers, however, are well aware that during the dry season livestock consume a large quantity of native plant species in the form of green forage, fruit and leaf fall.

Extensive research is required on native vegetation if it is to be effectively incorporated into systems with grass species. This will also aid in managing native species to produce secondary succession that helps to increase biodiversity, promote sustainability, and generate larger amounts of and better quality comestible biomass during critical seasons in grazing areas⁽¹⁾. Preferably, potential native forage species are palatable, have good nitrogen (N) content, high digestibility and are present during the dry season.

Evaluations of non-conventional feeds generally include chemical composition, but also need to identify antinutritional factor content⁽²⁾; for example, phenols (tannins), nitrogenated toxics (alkaloids and cyanogenic glucosides), steroids and terpenes (saponines)⁽³⁾. In plants, these function as defense against herbivory⁽⁴⁾ and can therefore have negative effects when consumed by mammals, such as reduced palatability, low voluntary forage intake and low dry matter and protein digestibility⁽⁵⁾. In ruminants, however, they can also have positive effects: tannins can act as nematocides and can bond to proteins, protecting them from ruminal degradation and leaving the amino acids available at the intestinal level⁽⁶⁾.

The present study objective was to evaluate the chemical composition and the qualitative presence of antinutritional factors in native plant species with forage potential during the dry season.

Species identification and selection were done by applying a questionnaire to livestock producers listed for the community of Kantunilkin in the rural development office of the Municipality of Lazaro Cardenas, Quintana Roo state, Mexico. A random sample of 10 % of the enrolled producers was surveyed, and additional interviews were conducted with hunters and traditional medicine practitioners from the community. Using a list of forage species in the ethnobotanical database of the Alfredo Barrera

El trabajo se realizó en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. Para la identificación y selección de las especies, se aplicó una encuesta a productores inscritos en los registros de Desarrollo Rural del citado municipio para la localidad de Kantunilkin y del cual se eligió una muestra del 10 % en forma aleatoria, además se entrevistó a otros informantes como cazadores y médicos tradicionales de la comunidad. Se consideraron las especies forrajeras reportadas en la base de datos etnobotánica del herbario Alfredo Barrera Marín de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. A los informantes se les proporcionó el nombre común de las especies, y ellos respondieron cuáles reconocían con potencial forrajero, mencionando algún otro uso, en su caso. Al finalizar las entrevistas se seleccionaron las especies que fueron mencionadas con mayor frecuencia y se enlistaron incluyendo nombre común, científico y familia.

Se seleccionaron y colectaron 12 especies de interés en la reserva ecológica del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No 186, ubicado en el km 33 de la carretera Ideal-Chiquilá, del municipio de Lázaro Cárdenas. Esta zona se caracteriza por tener un clima tipo Aw según la clasificación de Köeppen, la precipitación promedio anual es de 1,365 mm. La vegetación es de selva mediana subperenifolia cuyo desarrollo es propiciado por suelos bien drenados, poco profundos y alta humedad relativa⁽⁷⁾.

El criterio para el muestreo fue la época del año y no el estado fenológico de la planta, y estos se realizaron en el mes de marzo. Para la determinación de la composición química se colectaron al azar diferentes plantas de cada especie, y se cosecharon aproximadamente 3 kg de material correspondiente a la parte consumida por el animal.

Con el fin de determinar la MS, las muestras se pesaron *in situ* en fresco. Posteriormente se trasladaron al Instituto Tecnológico Agropecuario N° 2 de Conkal Yucatán, donde se secaron en una estufa de aire forzado a una temperatura de 50 °C durante 72 h, y se molieron en un molino Willey con criba de 1 mm.

Marín Herbarium, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Husbandry, Universidad Autónoma de Yucatan, informants were given the common name of a species and asked if they recognized it and/or knew of any other uses for it. The species most frequently mentioned in the interviews were listed including common name, scientific name and family.

Twelve species of interest from this list were identified and collected in the ecological reserve of the Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 186, located at Km. 33 of the Ideal-Chiquila highway in the Municipality of Lazaro Cardenas. This zone has a Köeppen climate classification of Aw, receives 1,365 mm average annual rainfall and has semi-evergreen tropical forest growing on shallow, well-drained and high humidity soils⁽⁷⁾. The sampling criterion was season (not plant phenological condition) and all samples were taken during March (dry season). For the chemical composition analysis, portions of the plant normally consumed by livestock were collected randomly from different individuals of each species until accumulating an approximately 3 kg overall sample per species. These were weighed fresh *in situ* (for determination of dry matter) and then transported to the Instituto Tecnológico Agropecuario N° 2, Conkal, Yucatan State, Mexico. Samples were dried in a forced-air oven at 50 °C for 72 h and milled in a Willey mill with 1 mm mesh.

Standard procedures⁽⁸⁾ were used to determine (in duplicate) dry matter (DM); organic matter (OM); crude protein (CP); true protein (TP); and non-protein nitrogen (NPN). The fiber fractions were determined in duplicate: neutral detergent fiber (NDF); acid detergent fiber (ADF); insoluble nitrogen in acid detergent (INAD); and lignin⁽⁹⁾.

Qualitative determination of antinutritional factors was done by first taking a 10 g sample of fresh *in situ* plant tissue. This was chopped finely, deposited in a glass container and 30 ml of a 9:1 methanol-water mixture added before transport to the laboratory on ice. The material was extracted by placing the material in a mortar, adding 30 ml petroleum ether, macerating and passing through filter paper. This filtrate was placed in a separation

Los análisis de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), proteína verdadera (PV) y nitrógeno no proteico (NNP) se realizaron por duplicado⁽⁸⁾. Las fracciones de fibra se obtuvieron mediante las determinaciones por duplicado de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), nitrógeno insoluble en ácido detergente (ADIN) y lignina⁽⁹⁾.

Para la determinación cualitativa de los factores antinutricionales (FAN), se tomaron *in situ* 10 g de la planta en fresco, se picaron y depositaron en un contenedor de vidrio, agregando 30 ml de una mezcla 9:1 de metanol-agua; posteriormente se transportaron en frío al laboratorio utilizando hielo picado. El extracto se efectuó al día siguiente colocando el material en un mortero, al cual se añadieron 30 ml de éter de petróleo, se maceró y filtró con papel filtro. Posteriormente se puso en un embudo de separación, dejando en reposo hasta la formación de dos fases, una fase inferior o polar formada por metanol-agua y otra superior o no polar formada por el éter. La fase inferior o polar

funnel and left until two phases separated: a lower (polar) phase formed of methanol-water and an upper (non-polar) phase of ether. The upper phase was used for analysis of saponines, phenols and alkaloids^(10,11), and the lower phase for steroid determination. Analysis of cyanogenic glucosides was done by weighing 2 to 3 g fresh sample *in situ*, placing the sample in a recipient and then processing in the laboratory following the modified method of Wall *et al*⁽¹²⁾.

Based on the producer questionnaire, a total of 30 forage species were identified, of which 12 were selected for having foliage in the dry season (Table 1). Leguminosae was the family with the most species indications. This is potentially relevant since species in this family have the ability to fix atmospheric nitrogen and can therefore prove useful in agroforestry systems to recover and maintain soil fertility.

Crude protein (CP) content in the analyzed species ranged from 106 to 238.8 g kg⁻¹ DM. Those with

Cuadro 1. Especies nativas forrajeras presentes en la época de seca

Table 1. Native forage species with foliage during the dry season recognized by producers from Kantaniikin, Quintana Roo, Mexico

Regional common name	Scientific name	Family
K'axab' yuuk negro (GM)	<i>Galactia multiflora</i> , Robinsón.	Leguminosae
Xoibak verde (PN)	<i>Psychotria nervosa</i> Swartz	Rubiaceae
Frijolillo (MA)	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC) Urb.	Leguminosae
Xoibak blanco (AV)	<i>Acalypha villosa</i> Jacq.	Euphorbiaceae
Guarumbo or K'aaki (CO)	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bert.	Moraceae
Jabín (PP)	<i>Piscidia piscipula</i> (L) Sarg.	Leguminosae
Ramón blanco (TR)	<i>Trophis racemosa</i> (L) Urban.	Moraceae
K'axab' yuuk blanco (CS)	<i>Chaetocalyx scandens</i> (L) Urban.	Leguminosae
DG verde (DG)	<i>Dalbergia glabra</i> (Mill) Standl.	Leguminosae
Pixoy (GU)	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Esterculiaceae
Hu-SM or Jobo (SM)	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae
Zaya'ak (AE)	<i>Ampelocissus erduendbergiana</i> .	Vitaceae

GM= *Galactia multiflora*; PN= *Psychotria nervosa*; MA= *Macroptilium atropurpureum*; AV= *Acalypha villosa*; CO= *Cecropia obtusifolia*; PP= *Piscidia piscipula*; TR= *Trophis racemosa*; CS= *Chaetocalyx scandens*; DG= *Dalbergia glabra*; GU= *Guazuma ulmifolia*; SM= *Spondias mombin*; and AE= *Ampelocissus erduendbergiana*.

se utilizó para los análisis de saponinas, fenoles y alcaloides^(10,11): la fase superior o no polar se usó para la determinación de esteroides. Para el análisis de glucósidos cianogénicos se pesó *in situ* de 2 a 3 g de muestra fresca, se colocó en un recipiente y se siguió el método modificado de Wall *et al*⁽¹²⁾.

Tomando como base los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a los productores se identificaron un total de 30 especies forrajeras, de las cuales se seleccionaron 12 que presentaron follaje en la época seca (Cuadro 1). Es importante hacer notar que la familia con más especies consignadas es la Leguminosae, lo cual es relevante debido a que éstas tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y pueden ser utilizadas dentro de los sistemas agroforestales para la recuperación o mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Con relación a la composición química de las especies analizadas, el contenido de PC varió de 106 hasta 238.8 g kg⁻¹ MS. La mitad de éstas presentaron niveles de PC superiores a 150 g kg⁻¹ MS, correspondiendo a, *Psychotria nervosa* (PN), *Acalipha villosa* (AV), *Cecropia obtusifolia* (CO), *Chaetocalyx scandens* (CS), *Dalbergia glabra* (DG) y *Ampelocissus erduendbergiana* (AE) (Cuadro 2).

Los resultados de PC confirman el potencial de estas especies arbóreas para la alimentación de rumiantes; valores de PC con rangos entre 100 y 200 g kg⁻¹ MS, han sido mencionados en diferentes especies tropicales en el valle central de Chiapas⁽¹³⁾. Otros autores han determinado fluctuaciones en el contenido de PC entre 139 y 157 g PC kg⁻¹ MS para especies arbóreas tropicales^(14,15), siendo este rango similar a *Galactia multiflora* (GM), *Trophis racemosa* (TR), *Guazuma ulmifolia* (GU), *Spondias mombin* (SM) y AE. Valores de PC entre 150 y 234 g kg⁻¹ MS se presentan en las especies *L. leucocephala*, *Morus alba*, *M. albida*, *Spondias sp* y *M. Platycarpa*⁽¹⁶⁾, *A. lebbek*, *S. grandiflora* y *G. sepium*⁽¹⁷⁾ y para *Hibiscus rosa-sinensis*⁽¹⁴⁾, datos que son similares a los de AE, AV, CO, PN, DG y CS. Valores de PC de 155 y 148 g kg⁻¹ MS han sido mencionados con anterioridad para el caso de *Piscidia piscipula* (PP) y *Guazuma ulmifolia*

CP higher than 150 g kg⁻¹ DM were *Psychotria nervosa* (PN), *Acalipha villosa* (AV), *Cecropia obtusifolia* (CO), *Chaetocalyx scandens* (CS), *Dalbergia glabra* (DG) and *Ampelocissus erduendbergiana* (AE) (Table 2).

The CP results confirm the potential of these tree species as elements in ruminant diets. Crude protein ranges between 100 and 200 g kg⁻¹ DM have been reported for tropical species in the central valley of Chiapas state, Mexico⁽¹³⁾, and CP values of 139 to 157 g kg⁻¹ DM have been reported for tropical tree species^(14,15). These values are similar to those recorded here for *Galactia multiflora* (GM), *Trophis racemosa* (TR), *Guazuma ulmifolia* (GU), *Spondias mombin* (SM) and AE. Crude protein values between 150 and 234 g kg⁻¹ DM have been recorded for *L. leucocephala*, *Morus alba*, *M. albida*, *Spondias sp.* and *M. platycarpa*⁽¹⁶⁾; *A. lebbek*, *S. grandiflora* and *G. sepium*⁽¹⁷⁾; and *Hibiscus rosa-sinensis*⁽¹⁴⁾. These are similar to values observed here for AE, AV, CO, PN, DG and CS. Finally, a previously reported CP value for *Piscidia piscipula* (PP) is 155 g kg⁻¹ DM, and one for *Guazuma ulmifolia* (GU) is 148 g kg⁻¹ DM⁽¹⁷⁾, both of which are higher than the values recorded here for the same species. Inconsistencies between previous reports and the present data can be attributed to differences in age of the collected plant tissue, soils and climate.

Grass species exhibit a marked reduction in CP content as growth stage increases⁽¹⁸⁾, but tree species maintain adequate CP levels even in the dry season. Low CP levels in grass species are reflected in the animals that consume them in the form of reduced voluntary intake levels and longer rumen residence time⁽¹⁹⁾. These effects can be mitigated by complementing ruminant feed with tree species. Indeed, any one of the tree species studied here has CP levels higher than 8 %, which is the minimum for supporting bacterial growth in the rumen⁽¹⁷⁾.

True protein (TP) percentages were lowest in PN (75 %) and MA (78 %); followed by AV, TR, CS and DG (81 – 87 %); GM, CO, PP, GV and SM (90 - 91 %); and AE (94%). The TP proportion normally varies from 70 to 80 %⁽²⁰⁾, but all the

(GU) respectivamente⁽¹⁷⁾, siendo estos superiores a los determinados en este trabajo para las mismas especies. Las inconsistencias entre los estudios son atribuidas a las diferencias en la edad del tejido de la planta colectada, el suelo y el clima.

A diferencia de las gramíneas, que presentan una marcada reducción en su contenido de PC conforme avanza la estación de crecimiento⁽¹⁸⁾, las especies arbóreas pueden mantener niveles adecuados de PC aún en la época de seca. Debido a esto, el efecto de bajos niveles de PC en el recurso forrajero de las gramíneas, el cual se refleja en el comportamiento animal a través de una reducción del consumo voluntario y un mayor tiempo de permanencia en el rumen⁽¹⁹⁾, puede ser disminuido complementando la alimentación de los rumiantes con la inclusión de especies arbóreas en la dieta. Inclusive, cualquiera de las especies estudiadas presentaron niveles de PC superiores al 8 %, nivel considerado como crítico por afectar el crecimiento de las bacterias en el rumen⁽¹⁷⁾.

Los porcentajes de proteína verdadera más bajos en las especies estudiadas correspondieron a PN (75 %) y MA (78 %); para AV, TR, CS y DG fueron de 81 a 87 % y los valores más altos de PV se observaron en GM, CO, PP, GV, SM y AE con 91, 91, 90, 91, 91 y 94 % respectivamente. La proporción de PV puede variar entre el 70 al 80 %⁽²⁰⁾, en el caso de los valores encontrados en las especies evaluadas de este trabajo, ninguna resultó inferior a este rango, lo que demuestra el gran potencial de las especies estudiadas para poder ser utilizadas como fuentes proteicas que aportan N al rumen, lo que puede aumentar y favorecer el crecimiento bacteriano y con ello la síntesis de proteína microbiana.

En general, los niveles más altos de FND estuvieron presentes en las especies con valores más bajos de PC, tal es el caso de GM, MA, PP, GU y AE. Sin embargo, al comparar los datos de FND con los resultados de otros trabajos relacionados al tema, se pudo observar que a excepción de DG todas las demás especies presentaron valores inferiores de FND a los reportados en GU y PP⁽¹⁷⁾ y en GU y *B. alicastrum*^(21,22), no obstante se encuentran dentro de los rangos reportados para especies como

tree species analyzed here had TP above 70 %. Clearly, the studied species have high potential as protein sources that can contribute N to the rumen, with a consequent increase in bacterial growth and synthesis of microbial protein.

The highest NDF values generally occurred in those species with the lowest CP values (i.e. GM, MA, PP, GU and AE). The present NDF results (except for DG) are lower than those reported for GU and PP⁽¹⁷⁾, and GU and *B. alicastrum*^(21,22), but within ranges reported for *G. sepium* (339 g kg⁻¹ DM), *L. leucocephala* (409 g kg⁻¹ DM), *H. rosa-sinensis* (367 g kg⁻¹ DM), *M. alba* (298 g kg⁻¹ DM) and *Tithonia diversifolia* (353 g kg⁻¹ DM)^(17,23,24,25). Although the present results are within NDF ranges reported for forage trees, there are some differences, which are probably due to plant type, age of tissue and climate⁽¹⁸⁾. With the exception of DG (629.1 g NDF kg⁻¹ DM), all the studied species had low NDF values (283 to 546.9 g FND kg⁻¹ DM) in comparison to most tropical grasses, highlighting their potential use as livestock feed. Grass species generally contain more structural elements (e.g. lignin, cellulose and hemicellulose) and less N than tree foliage, meaning feed from trees has better digestibility, forage intake and animal production values⁽²⁶⁾.

The ADF values ranged from 161 g kg⁻¹ DM (CS) to 415.6 g kg⁻¹ DM (DG) (Table 2), which are lower than those reported for grass forages^(21,27,28). Plant phenology affects both NDF and ADF contents, which increase with plant age⁽²⁹⁾. The ADF value for GU (288.8 kg⁻¹ DM) is similar to that reported in a previous study (314 g kg⁻¹ DM), but the present value for PP (346.6 g kg⁻¹ DM) was higher than reported in the same study 287 g kg⁻¹ DM⁽¹⁴⁾. No ADF values have been reported for the other studied species, though the present values are within ranges reported for other tree species such as *H. rosa-sinensis*, *M. alba*, *L. leucocephala*, *G. sepium*, *Leucaena brachycarpa*, *Spondias* sp. and *B. alicastrum*^(24,30,31). The relatively low NDF and ADF contents in the foliage of most of the species studied here make them apt for inclusion in ruminant diets.

Cuadro 2. Composición química de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo (g kg⁻¹ MS)

Table 2. Chemical composition (g kg⁻¹ DM) of twelve native forage plants from northern Quintana Roo, Mexico

Species	DM	OM	CP	TP	NPN	% TP	NDF	ADF	INAD	Lignin
GM	341.5	925.0	137.0	124.1	13.0	91	409.5	232.1	18.0	84.1
PN	419.4	889.7	165.8	124.5	41.3	75	326.5	193.2	19.3	38.7
MA	365.4	934.1	106.3	82.5	23.8	78	546.9	412.7	09.2	104.4
AV	264.7	899.1	162.8	141.2	21.6	87	361.6	291.2	15.8	67.6
CO	307.5	896.2	165.4	150.3	15.1	91	394.2	271.7	22.3	87.8
PP	512.8	905.0	126.5	114.3	12.2	90	500.4	346.6	20.5	172.9
TR	315.8	878.2	130.1	113.7	16.5	87	345.1	297.3	13.5	43.4
CS	333.3	894.5	238.8	206.0	32.8	86	313.6	161.0	26.7	72.2
DG	372.5	941.4	187.4	152.4	35.0	81	629.1	415.6	30.8	274.7
GU	198.6	919.1	137.8	125.1	12.7	91	451.4	288.8	19.2	111.7
SM	406.8	892.8	148.0	134.4	13.5	91	283.4	197.6	24.7	76.3
AE	433.3	934.6	157.4	148.6	8.8	94	494.9	332.0	32.0	184.1

DM= dry matter; OM= organic matter; CP= crude protein; TP= "true" protein; NPN= non-protein nitrogen; NDF= neutral detergent fiber; ADF= acid detergent fiber; INAD= insoluble nitrogen in acid detergent.

GM= *Galactia multiflora*; PN= *Psychotria nervosa*; MA= *Macroptilium atropurpureum*; AV= *Acalypha villosa*; CO= *Cecropia obtusifolia*; PP= *Piscidia piscipula*; TR= *Trophis racemosa*; CS= *Chaetocalyx scandens*; DG= *Dalbergia glabra*; GU= *Guazuma ulmifolia*; SM= *Spondias mombin*; and AE= *Ampelocissus erduendbergiana*.

G. sepium (339 g kg⁻¹ MS), *L. leucocephala* (409 g kg⁻¹ MS), *H. rosa-sinensis* (367 g kg⁻¹ MS), *M. alba* (298 g kg⁻¹ MS) y en *Tithonia diversifolia* (353 g kg⁻¹ MS)^(17,23,24,25).

Aunque las especies estudiadas presentaron valores de FND dentro de rangos reportados para árboles forrajeros, las diferencias entre éste y otros trabajos se pueden deber al tipo de planta, edad del tejido y variaciones climáticas⁽¹⁸⁾. Sin embargo, a excepción de DG (629.1 g FND kg⁻¹ MS) todos los demás valores encontrados en este estudio en MA, PP, TR, GM, GU, SM, AE, AV, CO, PN y CS son bajos (283 a 546.9 g FND kg⁻¹ MS) si se comparan con la mayoría de las gramíneas tropicales, lo cual demuestra su calidad potencial. Por lo general las gramíneas tienen más elementos estructurales (i.e. lignina, celulosa y hemicelulosa) que el follaje de los árboles y menor contenido de N, lo que le da a estas últimas una ventaja sobre digestibilidad, consumo de forraje y efecto sobre la producción animal⁽²⁶⁾.

La FAD tuvo una variación de 161 g kg⁻¹ MS, valor correspondiente a CS, hasta 415.6 g kg⁻¹

Overall, lignin values ranged from 38.7 to 274.7 g kg⁻¹ DM, although most of the studied species (GM, PN, MA, AV, CO, TR, CS, GU and SM) had levels below 113 g kg⁻¹ DM, with only PP, AE and DG having levels greater than 170 g kg⁻¹ DM (Table 2). Despite the fact that sample collection was done in the dry season, the low observed lignin values are normal since sampling included new foliage and twigs. Use of these species in livestock diets will therefore probably not affect digestibility or forage intake, in contrast to inputs with high lignin-content⁽²⁶⁾. This is supported by results reported for other low lignin-content (44 to 116 g kg⁻¹ DM) tree species such as *G. sepium*, *B. alicastrum*, *E. cyclocarpum*, *Mimosa tenuiflora*, *L. leucocephala*, *Caesalpinia pyramidalis* and *Mimosa caesalpinifolia*^(32,33).

The INAD values for GM, PN, MA, AV, PP, TR and GU were relatively low (9.2 to 20.5 g kg⁻¹ DM) and within reported ranges^(14,32,34). Like other ADF-associated compounds, N resists ruminal degradation⁽³⁵⁾, and generally does not provide amino acids in the small intestine⁽³⁶⁾. The low

MS, encontrado en DG (Cuadro 2). Al igual que en el caso de la FND, los valores FAD de las especies evaluadas son inferiores a los reportados para gramíneas forrajeras^(21,27, 28). En ambos casos, la FND y la FAD son afectadas por el estado de la planta, observando que a mayor madurez mayor contenido de FND y FAD y viceversa⁽²⁹⁾. Por otro lado, de las especies estudiadas solamente GU y PP (288.8 y 346.6 g FAD kg⁻¹ MS, respectivamente) han sido documentadas con relación a su contenido de FAD. Al respecto, los valores reportados son similares en ambos estudios para GU, 314 g kg⁻¹ MS, pero diferente al valor reportado para PP 287 g kg⁻¹ MS⁽¹⁴⁾. En otras especies arbóreas como *H. rosa-sinensis*, *M. alba*, *L. leucocephala*, *G. sepium*, *Leucaena brachycarpa*, *Spondias sp* y *B. alicastrum* se han obtenido valores^(24,30,31) que se encuentran dentro del rango de los reportados en este trabajo. En general se puede mencionar que debido al bajo contenido de FND y FAD en el follaje de la mayoría de las especies estudiadas, este puede ser integrado en la alimentación de rumiantes.

Los resultados obtenidos del análisis de la lignina en las especies estudiadas presentaron un rango

INAD levels observed here indicate that only a small fraction of the insoluble N occurs in the form of non-available N, the exceptions being DG and AE, both with INAD levels above 30 g kg⁻¹ DM.

The preliminary qualitative phytochemical analyses showed most of the studied species to contain saponines (Sap), phenols, steroids and alkaloids, but only GU contained cyanogenic glucosides (Table 3).

All the studied species, except GM, contain phenols that may be hydrosoluble or condensed tannins. This is similar to other tree species (*Aspidosperma quebracho*, *Prosopis torquata*, *Prosopis flexuosa*, *Bulnesia foliosa*, *Celtis pallida*, *Larrea divaricata*, *Larrea cuneifolia*, *Acacia aroma* and *Mymozyganthus carinatus*) which have been shown to contain more than one secondary metabolite, mainly phenols and steroids⁽³⁷⁾. Species such as *Trichanthera gigantea*, *G. sepium* and *Inga spectabilis* are known to contain phenols, steroids and saponines⁽³⁸⁾, and *Leucaena* species are reported to contain condensed tannins^(39,40).

Cuadro 3. Pruebas fitoquímicas cualitativas preliminares de las 12 plantas nativas forrajeras

Table 3. Preliminary qualitative phytochemical test results of the 12 studied native forage plants from northern Quintana Roo, Mexico

Species	Sap	CG	Phen	Ster	Alk
<i>Galactia multiflora</i> , Robinson	+	-	-	+	-
<i>Psychotria nervosa</i> Swartz	+	-	+	+	-
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC) Urb.	-	-	++	+	+ W
<i>Acalypha villosa</i> Jacq.	-	-	+	+	-
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bert.	+	-	++	+	+ W & D
<i>Piscidia piscipula</i> (L) Sarg.	+	-	++	+	-
<i>Trophis racemosa</i> (L) Urban.	+	-	++	+	-
<i>Chaetocalyx scandens</i> (L) Urban.	-	-	+	+	+ W
<i>Dalbergia glabra</i> (Mill) Standl	+	-	+++	-	+ W & D
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	+	+	++	-	-
<i>Spondias mombin</i> L.	-	-	+++	+	-
<i>Ampelocissus erduenbergiana</i>	-	-	+++	+	+ D

Sap= saponines; CG= cyanogenic glucosides; Phen= phenols; Ster= steroids; Alk= alkaloids. - (negative); + (positive); W= Wagner; D= Dragendorf. (W and D: reagents used in alkaloids test).

entre 38.7 a 274.7 g kg⁻¹ MS. Sin embargo, la mayoría de las especies (GM, PN, MA, AV, CO, TR, CS, GU y SM) presentaron valores bajos (inferiores a 113 g kg⁻¹ MS) y solamente tres especies (PP, AE y DG) presentaron valores mayores a 170 g kg⁻¹ MS (Cuadro 2). A pesar de la época de la colecta de las especies, los valores bajos se consideran normales debido a que el muestreo incluyó el follaje y ramas tiernas de las plantas en estudio. Debido a esto, se esperaría que el uso de estas especies por el ganado no deberían afectar la digestibilidad y el consumo de forraje, contrario a lo que ocurre normalmente cuando se tienen niveles altos de lignina⁽²⁶⁾. Lo anterior se corrobora con los reportes en las especies arbóreas *G. sepium*, *B. alicastrum*, *E. cyclocarpum*, *Mimosa tenuiflora*, *L. leucocephala*, *Caesalpinia pyramidalis* y *Mimosa caesalpinifolia*, en las que se encontraron también niveles bajos de lignina (rangos entre 44 y 116 g kg⁻¹ MS)^(32,33).

En relación a nitrógeno ligado a la fibra ácido detergente (ADIN), los valores obtenidos fueron relativamente bajos para GM, PN, MA, AV, PP, TR y GU (rango de 9.2 hasta 20.5 g kg⁻¹ MS), mismos que se encuentran dentro de los rangos reportados^(14,32,34). En general, el nitrógeno así como otros compuestos asociados a la FAD son resistentes a la degradación ruminal⁽³⁵⁾, y por lo general no proveen aminoácidos en el intestino delgado⁽³⁶⁾. El bajo contenido de ADIN encontrado en la mayoría de las especies evaluadas indica que solamente una pequeña fracción del nitrógeno insoluble se encuentra en forma de nitrógeno no disponible. La excepción serían DG y AE que tuvieron valores de ADIN superiores a 30 g kg⁻¹ MS.

Los resultados de las pruebas cualitativas fitoquímicas preliminares, se presentan en el Cuadro 3. En la mayoría de las especies se encontraron presencia de saponinas (Sap), fenoles, esteroides y alcaloides. En relación a glucósidos cianogénicos, solo se observó su presencia en GU.

A excepción de GM todas las especies contienen fenoles que podrían ser taninos hidrosolubles o taninos condensados. Los resultados son similares a los observados en otras investigaciones⁽³⁷⁾ en

Phenolic compound content in plants to be used in feed is an important variable because these compounds (particularly condensed tannins⁽⁴¹⁾) can have beneficial effects in ruminants by forming tannin-protein complexes that protect protein from microbial activity in the rumen, allowing it to pass into the intestine⁽⁴²⁾. These complexes form easily at pH values near 6.0, the mean value for the rumen, and dissociate at pH 3.5 ad 8.5⁽⁴³⁾.

The chemical compositions of the studied species indicate they have potential as protein sources in tropical ruminant diets by contributing N to the rumen and consequently increasing microbial growth and synthesis. Phenols were the main antinutritional compound type identified in the studied species and the effect they could have as an escape protein source must be taken into account.

End of english version

Aspidosperma quebracho, *Prosopis torquita*, *Prosopis flexuosa*, *Bulnesia foliosa*, *Celtis pallida*, *Larrea divaricata*, *Larrea cuneifolia*, *Acacia aroma* y *Mymozyanthus carinatus* en las cuales se encontró la presencia de más de un metabolito secundario, principalmente fenoles y esteroides. Asimismo, en *Trichanthera gigantea*, *G. sepium* y en *Inga spectabilis*, se observaron pruebas positivas de fenoles, esteroides y saponinas⁽³⁸⁾ y en el caso de la *Leucaena*, se ha encontrado presencia de taninos condensados^(39,40).

Los compuestos fenólicos en las plantas pueden tener una importancia relativa debido a que se ha demostrado que estos pueden tener efectos benéficos en los rumiantes sobre todo los taninos condensados⁽⁴¹⁾, los cuales forman complejos tanino-proteína que protegen a esta última contra la actividad microbiana y sobrepasan al rumen⁽⁴²⁾. Al respecto, se ha determinado que este complejo se forma fácilmente a un pH cercano a 6.0, correspondiente a los valores medios en el rumen y se disocian a pH 3.5 y 8.5⁽⁴³⁾.

Los valores de composición química encontrados en las especies evaluadas sugieren que éstas tienen

potencial para ser consideradas en la alimentación de ruminantes en el trópico como fuentes proteicas, aportando N al rumen para aumentar el crecimiento y la síntesis microbiana. Los compuestos antinutricionales que predominaron en las especies evaluadas fueron los fenoles, debido a esto, es importante tomar en cuenta el efecto que pudieran tener como fuente de proteína de sobrepaso.

LITERATURA CITADA

- Rosales M, Gill M. Tree mixtures within integrated farming systems. Second FAO Electronic Conference on Tropical Feeds Livestock Feed Resources within Integrated Farming Systems 1997;1-14.
- Reed JD, Krueger C, Rodriguez G, Hanson J. Secondary plant compounds and forage evaluation. Department of Animal Sciences, University of Wisconsin-Madison, USA Intern Livest Res Inst. Addis Ababa, Ethiopia 2000;433-448.
- Ramos G, Frutos P, Giraldes, Mantecón AR. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros, EAE. CSIC. León. España 1998;598-599.
- Makkar HPS, Dawra RK, Singh B. Tannin levels in leaves of some oak species at different stages of maturity. J Sci Food Agric 1991;54:513-519.
- Reed JD, Horvath PJ, Allen MS, van Soest PJ. Gravimetric determination of soluble phenolics including tannins from leaves by precipitation with trivalent ytterbium. J Sci Food Agric 1985;36:255-61.
- Barry TM. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 3. Rates of body and wool growth. British J Nut 1983;54:211-217.
- Monografía Municipal de Lázaro Cárdenas. Centro Estatal de Estudios Municipales de Quintana Roo. 1987.
- AOAC. "Official methods of analysis". Ed. Kenneth Helrich, USA: Association of Official Analytical Chemists; 1990.
- Tejada HI. "Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. México DF: PAIEPEME AC; 1983.
- Larrahondo JE. Productos naturales: pruebas químicas iniciales en una planta. Guía de estudio del Departamento de Química, Universidad del Valle. 1985.
- Rosales M, Galindo W, Murgueitio E, Larrahondo J. Sustancias antinutricionales en las hojas de árboles forrajeros. Livest Res Rural Develop 1989;1(1):79-91.
- Domínguez XA. Métodos de investigación fitoquímica. Primera reimpresión México: Editorial Limusa; 1979.
- Pinto R, Ramírez L, Kú Vera J, Ortega L. Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. Pastos y Forrajes 2002;25:171-179.
- Solís PG. Evaluación de especies arbóreas con potencial forrajero [tesis licenciatura]. Conkal, Yucatán: Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal; 2002.
- Ku VJC, Ramírez AL, Jiménez FG, Alayón JA, Ramírez CL. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Mérida Yucatán: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Yucatán; 1998.
- Speedy A, Waltham N. Piensos tropicales. Base de datos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1999.
- Ramírez CL. Consumo, digestión ruminal y suministro de nitrógeno microbiano al duodeno en ovinos alimentados con pasto Taiwán (*Penisetum purpureum*) suplementados con follaje de árboles [tesis maestría]. Mérida Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán; 1998.
- Ugarte J, Herrera RS, Ruiz R, García R, Vázquez J, Serna A. Los pastos en Cuba. La Habana, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, año del XX aniversario del Moncada 1983;63-67.
- Nandra KS, Hendry A, Dobos RCA. Study of voluntary intake and digestibility of roughages in relation to their degradation characteristics and retention time in the rumen. Anim Feed Sci Technol 1993;43:227-237.
- Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, NY: Cornell University Press; 1982.
- Armendáriz YI. Indigenous fodder legume trees: Their influence on soil fertility and animal production on tropical pastures of Yucatán [doctoral thesis]. University of London, Wye College; 1998.
- Valdivia SV. Efecto del follaje de *Brosimum alicastrum* sw. sobre la tasa y extensión de la degradación ruminal del pasto Guinea (*Panicum maximum*) y síntesis de proteína microbiana en el rumen de ovinos [tesis maestría]. Mérida, Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán; 1996.
- Nyaata OZ, O'Neil MK, Roothaert RL. Comparison of *Leucaena leucocephala* with *Calliandra calothyrsus* in napier (*Pennisetum purpureum*) fodder banks. In: Shelton HM, Gutteridge RC, Mullen BF, Bray RA editors. *Leucaena*-adaptación quality and farming systems. Canberra: Australian Centre Internat Agric Res. ACT 2601 1998;257-260.
- Flores OI, Ma. Bolívar D, Botero JA, Ibrahim MA. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de ruminantes en el trópico. Costa Rica, Turrialba: CATIE; 1998;10(1):1-7.
- Mahecha L, Rosales M. Valor nutricional del Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray en la producción animal en el trópico [resumen] [en línea]. www.cipav.org.co/redagrofor/memorias 97. Consultado Oct 15, 2004.
- Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2a ed. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press; 1996.
- Bolívar D, Ibrahim M. Solubilidad de la proteína y degradabilidad ruminal de *Brachiaria humidicola* en un sistema silvopastoril con *Acacia mangium* [resumen] [en línea] www.cipav.org.co/redagrofor/memorias 97. Consultado Oct 15, 2004.
- Mahecha L, Rosales M, Duran CV, Molina H, Molina EJ, Uribe F. Evaluación del forraje y los animales a través del año, en un sistema silvopastoril conformado por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*, en el valle del Cauca, Colombia.1999 [en línea] www.cipav.org.co/redagrofor/memorias 97. Consultado Oct 15, 2004.
- Minson DJ. Forage in ruminant nutrition. London: Academic Press, Inc; 1990.
- Benavides JE. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE 1994; serie 236;(1,2).

CONTENIDO NUTRITIVO DE PLANTAS NATIVAS FORRAJERAS

31. Santos RH, Abreu JE. Evaluación nutricional de *Leucaena leucocephala* y del *Brosimum alicastrum* y su empleo en la alimentación de cerdos. México, DF: Vet Méx 1995;26:51-57.
32. García L. de A. G, Severino G de A, Glovis G F. In opciones no uso de forrajeiras arbustivo arbóreas na alimentacao animal no semiarido do nordeste. Brasil: 1999. [en línea] www.cipav.org.co/redagrofor/memorias 97. Consultado Oct 15, 2004.
33. Febles G, Ruiz TE, Alonso J, Chongo B. Metodología de evaluación de germoplasma autóctona y foráneo para su empleo en sistemas silvopastoril en Cuba. Simposio Internacional sistemas Agroflorestais Pecuários na América Do Sul. 2000.
34. Sniffen CJ, O'Connor J D, Van Soest PJ, Fox D, Russel J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. J Anim Sci 1992;70:3562-3577.
35. Krishnamoorthy U, Muscato T, Sniffen CJ, Van Soest PJ. Nitrogen fraction in selected feedstuffs. J Dairy Sci 1982;65(2):217-225.
36. Miquilena EL, Ferre OJ, Clavero T. Efecto de tres frecuencias de corte y dos densidades de siembra sobre las fracciones nitrogenadas en hojas y tallos de *Gliricidia sepium*. Revista de la Fac Agron 1995;12:193-207.
37. Rossi CA, Pereyra AM, González GL. Determinación de factores antinutricionales en leñosas forrajeras del chaco árido Argentino. República Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias UNLZ. IV taller Internacional silvopastoril 2000.
38. Rosales M, Enrique M, Jesús EL. Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarratón. Cali, Colombia: Fundación CIPAV, CENICAÑA 1989;(1):1.
39. Wheeler RA, Norton BW, Shelton HM. Condensed tannins in *Leucaena* species and hybrids and implication for nutritive value. Canberra: ICIAR 1995 In: Shelton HM, Piggitt CM, Brewbaker JL, editors. *Leucaena—Opportunities and Limitations*. Proceed Workshop. Bogor, Indonesia. 1994:112-118.
40. Tolera A, Seyoum M, Sundstol F. Nutritive evaluation of *Leucaena leucocephala*, *L. diversifolia* and *L. diversifolia* and *L. pallida* in Awassa, Southern Ethiopia In: Shelton HM, Gutteridge RC, Mullen BF, Bray RA editors. *Leucaena-adaptación quality and farming systems*. Australian Centre Internat Agric Res, GPO, Canberra, AC T 2601. 1998:261-284.
41. Ramos G, Frutos P, Giráldez FJ, Mantecón AR. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de herbívoros. Arch Zootec 1998;47:597-620.
42. Bamualim A, Stachiw S, Jones RJ, Murray RM. The effect of fresh *Leucaena leucocephala* to post-ruminal digestible protein for sheep fed tropical pasture hay supplemented with urea and minerals. Proceed Australian Soc Anim Prod 1984;15:259-262.
43. Koupai-Abyazani MR, McCallum J, Muir AD, Lees GL, Bohm BA, Towers GHN, Gruber MY. Purification and characterization of a Proanthocyanidin polymer from seed of alfalfa (*Medicago sativa* Cv. Beaver). J Agric Food Chemistry;1993;41:565-569.