

ESPECIES ARBÓREAS Y HERBACEAS FORRAJERAS DEL SURESTE DE MÉXICO

R. Pinto¹, L. Ramírez¹, J.C. Kú Vera¹ y L. Ortega²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán
Apdo. Postal 4-116 Itzimna, CP 97100, Mérida, Yucatán, México

E-mail: pinto_ruiz@yahoo.com.mx

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
División Sureste. Yucatán, México

Con el objetivo de conocer el uso y caracterizar en términos de composición química y degradabilidad ruminal algunas especies arbóreas y herbáceas del trópico mexicano, se desarrolló el presente trabajo en el valle central del estado de Chiapas, México. A través de entrevistas con productores se conoció el mayor uso forrajero de 14 leñosas y siete herbáceas, así como sus múltiples usos. El contenido de PC varió de medio a alto (5,8-28,7%) y sobresalieron las especies herbáceas. El contenido de MO fue muy similar entre las especies (79,1-96,6%). Los niveles más altos de FDN y FDA se presentaron en los frutos y las mayores concentraciones de FT en los follajes arbóreos. En términos de degradabilidad de la PC, la MS y la MO a las 24 h sobresalieron el follaje de G. americana y el fruto de E. cyclocarpum ($P<0,05$); en tanto, el follaje y el fruto de A. pennatula, y el follaje de B. unguata y M. hondurana presentaron los valores más bajos ($P<0,05$) de todas las especies en evaluación. Los parámetros de degradabilidad ruminal (a, b, a+b, c) de los frutos fueron menores que los de los follajes. Sobresalió el fruto de E. cyclocarpum por su alto potencial de degradabilidad. Para el caso del follaje, excepto el género Acacia, todas las especies presentaron valores altos de degradabilidad ruminal de la MS.

Palabras clave: Composición química, especies, rumiante

With the objective of knowing the use of and characterizing terms of chemical composition and rumen degradability some tree and herbaceous species of the Mexican tropic, this work was carried out in the central valley of Chiapas state, México. Through interviews with producers, the widest forage use of 14 woody species and seven herbaceous species was known, as well as their many uses. The content of CP varied from medium to high (5,8-28,7%) and the herbaceous species stood out. The OM content was very similar among species (79,1-96,6%). The highest levels of NDF and ADF appeared in the fruits and the highest concentrations of total phenols in the tree foliage. Regarding degradability of CP, DM and OM at 24 h the foliage of G. americana and the fruit of E. cyclocarpum stood out ($P<0,05$); meanwhile, the foliage and fruit of A. pennatula, and the foliage of B. unguata and M. hondurana showed the lowest values ($P<0,05$) among all the species under evaluation. The parameters of rumen degradability (a, b, a+b, c) of the fruits were lower than those of the foliage. The fruit of E. cyclocarpum stood out for its high degradability potential. In the case of foliage, except the Acacia genera, all the species showed high values of rumen degradability of the DM.

Key words: Chemical composition, species, ruminant

En los últimos años, la investigación en Sistemas Silvopastoriles ha asumido un papel de suma importancia debido a la necesidad de

diseñar sistemas productivos armónicos con el ambiente. Bajo este contexto, el desarrollo de la ganadería con el uso de especies leñosas,

arvenses y trepadoras asociadas a las pasturas es una estrategia que deberá explotarse, particularmente en los trópicos del mundo, debido a su gran biodiversidad vegetal. Al respecto, en el trópico mexicano existe un amplio conocimiento empírico por parte de los productores acerca del uso de una gran diversidad de especies vegetales forrajeras como alimento animal, pero poco se conoce sobre su calidad nutricional. Dicha situación manifiesta el potencial de la región para desarrollar estrategias eficientes para la producción animal, pero esta gran diversidad no ha sido evaluada de forma sistemática, por lo que se requiere generar mayores conocimientos al respecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, los objetivos específicos de este trabajo fueron:

- Identificar el uso de las especies con potencial forrajero integrantes de los diversos estratos en sistemas silvopastoriles del valle central de Chiapas, México.
- Caracterizar la composición química y los valores de degradabilidad ruminal *in situ* de las especies de mayor uso forrajero.
- Conocer los parámetros de degradabilidad ruminal del follaje y el fruto de las especies arbóreas nativas del valle central de Chiapas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área de estudio. El valle central de Chiapas, localizado en el trópico del Sureste mexicano, posee una longitud aproximada de 280 km y una anchura promedio de 32,5 km; la altitud promedio es de 575 msnm, la precipitación es de 1 100 mm y la temperatura media es de 25,5°C. Los tipos de clima predominantes son: cálido subhúmedo con lluvias en verano, semicálido húmedo con lluvias en verano y semicálido subhúmedo con lluvias todo el año. Los suelos son clasificados como Cambisoles, Rendzinas y Luvisoles (García, 1989; Nieuwkoop, López, Zama-ripa, Piedra, Cruz, Camas y López, 1994).

Identificación de las especies forrajeras. Para registrar el conocimiento local de las especies forrajeras consumidas por los animales en vegetaciones multiestratos, así como sus diferentes usos, se efectuaron entrevistas directamente en las fincas y

únicamente a los productores que contaran con bovinos alimentados bajo pastoreo.

Obtención de las muestras. La selección de las especies consideradas en el estudio se basó en los resultados existentes acerca del conocimiento local de su uso forrajero por los bovinos, y se obtuvieron por medio de transectos localizados en todos los municipios de la zona de estudio, utilizando para ello la simulación del pastoreo. Se consideró follaje tallos tiernos y/o frutos. El tamaño de la muestra se determinó de acuerdo con la fórmula propuesta por Scheaffer, Mendenhall y Ott (1987) y con una confiabilidad mínima del 95%. Para analizar la información obtenida, los datos se interpretaron por medio de porcentajes y frecuencias. Con la ayuda de prensas botánicas se colectaron muestras de cada especie para ser identificadas botánicamente en el herbario del Instituto de Historia Natural del Estado de Chiapas.

Composición químico-nutricional. Las muestras se analizaron para determinar los contenidos de proteína cruda y materia orgánica (AOAC, 1990); las fracciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) se determinaron según la técnica de Vant Soest, Robertson y Lewis (1991) y la presencia de fenoles totales (FT) de acuerdo con la técnica de Domínguez (1979).

Características de los animales y dieta basal. Se utilizaron cuatro toretes Cebú-Suizo (215 kg \pm 10,0) provistos de cánulas ruminales flexibles, cuya alimentación se basó en el pastoreo de zacate Estrella Africana (*Cynodon plectostachyus*). La degradabilidad del follaje arbóreo se realizó durante la época de seca y la de las arvenses y enredaderas durante las lluvias, con la finalidad de crear un ambiente ruminal similar al de los animales en condiciones comerciales.

Degradabilidad ruminal. Para medir la degradabilidad ruminal de la materia seca (DMS), la materia orgánica (DMO) y la proteína cruda (DPC) se empleó un tiempo de incubación de 24 h y para los parámetros de degradabilidad (*a*, *b*, *a+b* y *c*) los tiempos de incubación fueron de 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 h. En ambos casos se empleó la técnica de la bolsa de nailon (Ørskov y McDonald, 1979), de 7 x 5 cm y 50 micras de tamaño de poro. Las bolsas se introdujeron por duplicado a cada animal por cada tiempo de incubación

y por cada especie y componente evaluado (hoja-fruto). Todas las bolsas en el rumen estuvieron contenidas en una bolsa de corsetería. La desaparición del material se expresó en porcentaje y se estimó por la diferencia entre la cantidad del material incubado menos la cantidad del material residual.

La estimación de los parámetros de degradabilidad ruminal de la MS se obtuvo a través del ajuste de la ecuación exponencial descrita por Orskov y McDonald (1979) para derivar las constantes de degradación a, b y c:

$$P = a + b (1 - \exp^{-ct})$$

Donde:

P= Porcentaje de degradación a tiempo t

a= Intercepto que representa la fracción rápidamente soluble

b= Fracción insoluble, pero potencialmente degradable con el tiempo

c= Tasa de degradación de b

t= Tiempo de incubación de las bolsas del rumen

Análisis estadísticos. Se realizaron análisis de varianza para la degradabilidad *in situ* de la MS, la MO y la PC a las 24 h y para los parámetros de degradabilidad entre las especies. La comparación de medias entre los tratamientos se realizó mediante la prueba de rango múltiple de Tukey. Ambos análisis se hicieron con el paquete estadístico SAS (SAS, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los nombres locales y científicos de las especies derivadas del estudio, así como su uso forrajero, se presentan en la tabla 1; la presencia de leguminosas arbóreas correspondió al 43,4% del total de especies. Inicialmente los productores mencionaron 66 especies arbóreas y 19 herbáceas

reconocidas como de uso forrajero en los rumiantes, y se apreció un mayor conocimiento local de las especies leñosas en comparación con las herbáceas. Sin embargo, sólo 14 arbóreas, tres enredaderas y cuatro arvenses se consideraron de mayor importancia forrajera, de acuerdo con su mención por los productores.

Con relación a las especies arbóreas, la de mayor uso forrajero (tabla 1) fue el caulote (*Guazuma ulmifolia*); mientras que el pitillo sin espina (*Erythrina goldmanii*), a pesar de sus ventajas (alta cantidad de hojas y excelente calidad nutritiva), fue poco mencionada (5,9%). De las enredaderas y arvenses, el puyú (*Ipomoea triloba*) y la flor amarilla (*Sanvitalia procumbens*) se destacaron por su uso forrajero (88,2 y 54,9%, respectivamente).

Por otro lado, en la tabla 2 se presentan los diferentes usos de las especies evaluadas. Una elevada proporción posee un uso múltiple, todas las especies tuvieron usos o servicios alternos al forrajero y se encontraron 38 productos/servicios diferentes. La figura 1 muestra que el mayor número de especies consideradas en este estudio son usadas como leña (12), seguido de las utilizadas como utensilios (10), medicinales (7), cercas vivas (6) y alimentos (3).

De lo anterior se infiere el amplio conocimiento local de las especies que son consumidas por los animales, así como que existen preferencias y mayor arraigo en el uso de algunas de ellas.

Con relación a la calidad nutricional de las especies de mayor importancia forrajera (tablas 3, 4 y 5), el contenido de PC varió de medio a alto (5,8-34%); en este indicador sobresalieron las especies herbáceas y dentro de ellas las arvenses. El contenido de MO fue muy similar entre las especies (79,1-96,6%). Los niveles más altos de FDN y FDA se presentaron en los frutos y las mayores concentraciones de FT en los follajes de las especies leñosas, y se destacó *Bauhinia unguolata*; contrariamente a lo esperado, las especies herbáceas presentaron las menores concentraciones de FT.

Tabla 1. Identificación y uso de especies con potencial forrajero integrantes de los diversos estratos en sistemas silvopastoriles del valle central de Chiapas.

Nombre local	Nombre científico y familia	% uso forrajero
ÁRBOLES		
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lamb. ESTERCULIACEAE	82,0
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud. FABACEAE	49,0
Amate	<i>Ficus glabrata</i> MORACEAE	41,7
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. FABACEAE	38,8
Quebracho	<i>Acacia milleriana</i> St. FABACEAE	29,8
Guash	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit. FABACEAE	26,8
Espino blanco	<i>Acacia pennatula</i> Benth. FABACEAE	26,8
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth. FABACEAE	16,4
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Wild. FABACEAE	13,4
Pie de venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L. CESALPINIACEAE	11,9
Maluco	<i>Genipa americana</i> L. RUBIACEAE	10,4
Guachipilin	<i>Diphysa robinoides</i> Benth. FABACEAE	10,4
Guaje blanco	<i>Albizzia caribaea</i> (Britton and Rose) FABACEAE	7,4
Pitillo	<i>Erythrina goldmanii</i> St. FABACEAE	5,9
ARVENSES Y ENREDADERAS		
Puyú	<i>Ipomoea triloba</i> L. CONVULVULACEAE	88,2
Flor amarilla	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam. ASTERACEAE	54,9
Frijol nescafé	<i>Stizolobium deeringianum</i> FABACEAE	37,2
Bledo	<i>Amaranthus hybridus</i> L. AMARANTACEAE	29,4
Malvavisco	<i>Sida acuta</i> Burn. MALVACEAE	27,4
Pica-pica	<i>Stizolobium pruriens</i> FABACEAE	17,6
Sierrita	<i>Mimosa hondurana</i> Britt. FABACEAE	13,7

Nota: El total es mayor que 100% debido a las respuestas múltiples

Tabla 2. Usos tradicionales de las especies leñosas de mayor uso forrajero del valle central de Chiapas.

Especie arbórea	Alimentación humana	Cerco vivo	Leña	Medicinal		Utensilios
				H	A	
Porcentaje de respuesta						
<i>G. ulmifolia</i>	0	65	94	92		53
<i>G. sepium</i>	15	78	60	75	0	9
<i>F. glabrata</i>	0	0	0	0	32	3
<i>E. cyclocarpum</i>	0	30	76	0	0	85
<i>A. milleriana</i>	0	40	65	0	0	5
<i>L. collinsii</i>	80	28	72	0	0	5
<i>A. pennatula</i>	0	0	88	38	0	5
<i>P. dulce</i>	0	0	90	0	0	0
<i>A. farnesiana</i>	0	0	88	22	0	0
<i>B. unguolata</i>	0	0	100	37	0	87
<i>G. americana</i>	100	0	0	0	0	0
<i>D. robinoides</i>	0	0	85	0	0	42
<i>A. caribaea</i>	0	0	100	0	0	0
<i>E. goldmanii</i>	0	75	75	0	0	50

Nota: El total es mayor que 100% debido a las respuestas múltiples

H: humano A: animal

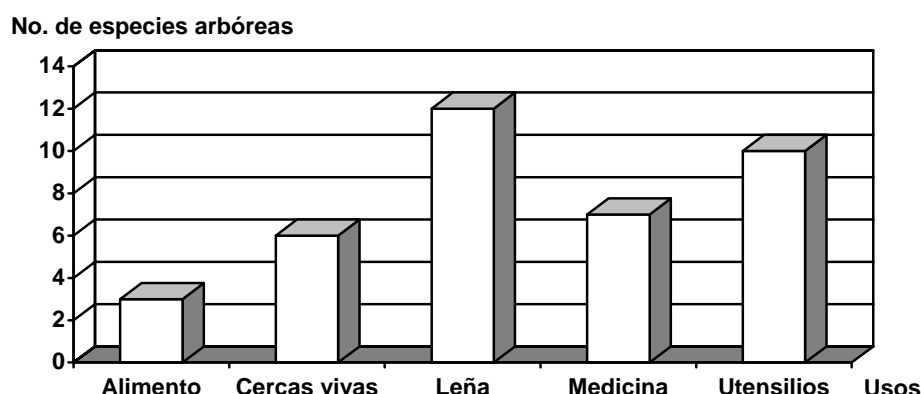


Fig. 1. Número de especies arbóreas forrajeras del valle central de Chiapas según su empleo.

Tabla 3. Composición química y degradabilidad ruminal del follaje de especies arbóreas de mayor uso forrajero en el valle central de Chiapas (%).

Nombre científico	PC	MO	FDN	FDA	FT	DMS	DPC	DMO
<i>Guazuma tomentosa</i>	10,4	86,2	42,5	29,5	2,8	40,87 ^f	19,03 ^{ef}	40,88 ^{ed}
<i>Gliricidia sepium</i>	23,8	89,4	38,5	24,7	0,3	67,25 ^b	74,85 ^a	63,38 ^b
<i>Acacia milleriana</i>	11,8	91,5	42,7	28,5	3,5	46,90 ^e	28,26 ^{de}	44,15 ^d
<i>Acacia pennatula</i>	12,5	92,9	59,0	35,8	2,8	28,94 ^g	12,13 ^f	28,04 ^f
<i>Phitecollobium dulce</i>	19,6	89,9	45,2	29,3	0,6	59,83 ^{cd}	65,26 ^b	61,70 ^{bc}
<i>Genipa americana</i>	9,4	91,5	37,7	30,9	0,9	77,26 ^a	69,06 ^{ab}	76,87 ^a
<i>Diphysa robinoides</i>	18,7	88,2	31,7	23,2	0,6	61,27 ^c	70,56 ^{ab}	60,78 ^{bc}
<i>Leucaena leucocephala</i>	20,1	89,8	27,5	19,1	0,3	54,37 ^d	45,58 ^c	46,33 ^d
<i>Erythrina goldmanii</i>	22,8	88,0	43,1	28,8	0,6	57,83 ^{cd}	62,22 ^b	54,71 ^c
<i>Acacia farnesiana</i>	24,0	92,2	42,1	26,7	1,0	41,74 ^{ef}	45,90 ^c	39,64 ^{de}
<i>Bauhinia ungulata</i>	13,2	92,8	42,4	26,5	4,2	34,14 ^g	20,24 ^{ef}	34,30 ^{ef}
<i>Albizzia caribaea</i>	16,6	94,3	36,7	31,0	0,9	46,51 ^{ef}	35,53 ^d	44,81 ^d

a,b,c,d,e,f,g Medias con diferente literal en una misma columna son significativamente diferentes (P<0,05)

Tabla 4. Composición química y degradabilidad ruminal del fruto de árboles y arbustos de mayor uso forrajero en el valle central de Chiapas (%).

Nombre científico	PC	MO	FDN	FDA	F T	DMS	DPC	DMO
<i>Leucaena leucocephala</i>	18,6	94,2	51,9	37,0	1,3	44,81 ^c	65,53 ^b	44,39 ^b
<i>Guazuma tomentosa</i>	5,8	94,7	46,1	35,4	0,6	49,82 ^b	43,42 ^e	44,71 ^b
<i>Acacia pennatula</i>	8,5	95,5	72,0	48,7	2,0	22,87 ^e	52,16 ^d	20,94 ^d
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	16,43	96,69	33,9	22,15	0,14	65,41 ^a	86,98 ^a	65,15 ^a
<i>Ficus glabrata</i>	15,8	90,2	64,4	49,8	0,02	34,22 ^d	39,05 ^e	33,78 ^c
<i>Acacia milleriana</i>	8,1	94,9	52,3	37,2	2,6	33,40 ^d	57,33 ^c	32,46 ^c

a,b,c,d,e Medias con diferente literal en una misma columna son significativamente diferentes (P<0,05)

Tabla 5. Composición química y degradabilidad ruminal de arvenses y enredaderas de mayor uso forrajero en el valle central de Chiapas (%).

Nombre científico	PC	MO	FDA	FT	DMS	DPC	DMO
Enredaderas							
<i>Ipomoea triloba</i>	21,9	84,6	21,7	0,3	77,62 ^{ab}	85,14 ^a	79,56 ^b
<i>Stizolobium deeringianum</i>	34,0	89,1	16,9	0,2	82,97 ^b	94,74 ^b	87,36 ^b
<i>Stizolobium pruri</i>	22,9	91,1	25,7	0,6	68,54 ^a	84,68 ^a	66,12 ^a
Arvenses							
<i>Sanvitalia procumbens</i>	28,7	83,1	16,1	0,3	87,27 ^a	92,59 ^a	87,60 ^a
<i>Amaranthus hybridus</i>	27,6	79,1	14,1	0,1	80,49 ^b	78,57 ^b	82,82 ^a
<i>Sida acuta</i>	25,2	88,3	15,6	0,3	85,90 ^{ab}	90,30 ^a	82,63 ^a
<i>Mimosa hondurana</i>	17,8	93,5	24,6	1,1	51,28 ^c	52,21 ^c	52,16 ^b

a,b,c Medias con diferente literal en una misma columna son significativamente diferentes (P<0,05)

Por otra parte, el follaje de *Gliricidia sepium*, *Pithecellobium dulce*, *Genipa americana*, *Diphysa robinoides* y *E. goldmanii*, y el fruto de *Enterolobium cyclocarpum*, así como todas las enredaderas y arvenses, presentaron valores mayores que el 50% de degradabilidad ruminal de la MS, la MO y la PC; entre estos sobresalieron los valores del follaje de *G. americana* y el fruto de *E. cyclocarpum* (P<0,05); en tanto el follaje y el fruto de *Acacia pennatula* y el follaje de *B. unguolata* y *Mimosa hondurana* mostraron los valores más bajos (P<0,05) de todas las especies en evaluación.

Considerando el aspecto nutricional, el hecho de que algunas especies presenten una cantidad aceptable de PC, moderados niveles de fracciones de fibra, bajo contenido de factores antinutricionales y que sean apetecibles por los animales, hacen que su uso en la ganadería sea promisorio (Febles, Ruiz y Simón, 1995). La PC y la DPC son indicadores importantes de la calidad nutricional de las especies forrajeras, por lo cual los valores reportados para muchas de las especies evaluadas son suficientes para considerarlas como suplementos proteicos en pasturas de baja calidad (Elhassan, Lahlou, Newbold y Wallace, 2000), ya que se encontraron valores de PC en algunos casos superiores hasta en un 100% con respecto a los de los pastos tropicales.

Todas las especies leñosas, sobre todo sus frutos, tuvieron contenidos significativos de FDN y FDA, lo que indica un menor contenido de compuestos solubles disponibles para el animal; en este sentido sobresalió el fruto de *A. pennatula* (FDN=72, FDA=48,7%). Por otro

lado, el follaje de *G. tomentosa* y *B. unguolata*, y el follaje y el fruto de *Acacia milleriana* y *A. pennatula* presentaron contenidos importantes de FT. De ello puede deducirse que los niveles altos de fracciones de fibra y de FT, al parecer, estuvieron asociados a los bajos valores de degradabilidad ruminal de la MS, la MO y la PC a las 24 h (<50,0%).

Los valores de PC de las enredaderas y las arvenses superaron a los de muchas especies arbóreas, y sobre todo a los de los pastos tropicales. Los valores de la pared celular en general fueron muy bajos; esto permitió los altos porcentajes de degradación ruminal, lo que podría garantizar un aporte importante de nutrientes en la dieta del animal cuando este las selecciona. En general, las especies leñosas y herbáceas estudiadas presentaron niveles aceptables de PC, MO y fibra, bajo contenido de FT y valores medios de DMS, DMO y DPC, lo cual demuestra el potencial nutricional de muchas de ellas y que su inclusión en las dietas de baja calidad podría mejorar la eficiencia de utilización; por ello se justifica la promoción del empleo de estas especies en sistemas multiestratos.

Con relación a los parámetros de degradabilidad, para el caso de los frutos (tabla 6) se presentaron diferencias significativas (P<0,05), excepto para la tasa de degradación (c). Como promedio, la fracción soluble (a) para todas las especies varió de 19,3-46,6%; la tasa de degradación (c) tuvo un rango de 0,04-0,085/h. El potencial de degradación (a+b) fluctuó entre 38,3 y 75,6%, y la fracción insoluble pero fermentable (b) de 17,4-45,0%.

Tabla 6. Parámetros de degradación ruminal de la materia seca del fruto de especies arbóreas del valle central de Chiapas.

Parámetro	Especie arbórea					ES ±
	<i>Acacia milleriana</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Ficus glabrata</i>	
a+b, %	38,30 ^a	75,64 ^c	58,98 ^b	64,08 ^b	40,23 ^a	1,27***
a, %	19,57 ^a	30,68 ^b	19,60 ^a	46,64 ^c	19,29 ^a	1,38***
b, %	18,73 ^a	44,96 ^b	39,38 ^b	17,43 ^a	20,93 ^a	1,48***
c (/h)	0,085	0,074	0,076	0,064	0,040	0,011

a,b,c Medias seguidas de distintas literales en una misma fila son significativamente diferentes (P<0,05)

*** P<0,001

En cuanto al potencial de degradación ruminal, el fruto de *E. cyclocarpum* demostró ser más extensamente degradado (75,6%). Sin embargo, se ha reportado que la degradabilidad del follaje de esta especie es baja, debido a su alto contenido de polifenoles totales (Chongo, La O, Delgado, Scull, Santos y Galindo, 1998). El fruto de *A. milleriana* fue el menos degradado (38,3%), lo que indica una pobre digestibilidad, en coincidencia con los valores encontrados también en el follaje de las especies del género *Acacia* evaluadas en este trabajo.

L. leucocephala y *G. ulmifolia* mantuvieron un comportamiento intermedio. Los resultados encontrados podrían estar estrechamente relacionados con el contenido de fracciones de fibra y fenoles totales de cada fruto. En este sentido, se encontraron los contenidos más bajos de estos componentes en el fruto de *E. cyclocarpum*, y los más altos para *A. milleriana* y *Ficus glabrata*, lo cual puede reducir la disponibilidad de nutrientes a nivel ruminal y afectar, en consecuencia, la actividad microbiana (Mupangwa, Acamovic, Topps, Ngongoni y Hamudikuwanda, 2000). Asimismo, Pinto, R. (datos no publicados) encontró correlaciones altas y negativas (P<0,001) entre la degradación de la MS y estos componentes. Sobre esta base, los frutos pueden ser ordenados de acuerdo con su potencial de degradación ruminal de la manera siguiente: *E. cyclocarpum*>*G. ulmifolia*>*L. leucocephala*>*F. glabrata*>*A. milleriana*.

En general, los parámetros de degradación de los frutos fueron menores que los del follaje, excepto la tasa de degradación (c) que fue más alta para los frutos, y la fracción soluble (a) del fruto de *G. ulmifolia* que fue mayor que la del follaje.

En el caso del follaje (tabla 7), se encontraron diferencias altamente significativas para todos los parámetros (P<0,01). Como promedio, la fracción soluble (a) para todas las especies varió de 22,4-35,0%; la tasa de degradación (c) tuvo un rango de 0,031-0,078/h; el potencial de degradación (a+b) fluctuó de 42,5-91,7%, y la fracción insoluble pero fermentable (b) tuvo un rango de 19,6-57,7%.

G. americana mostró los mayores valores (91,7%) en el potencial de degradación ruminal del follaje y fue estadísticamente diferente (P<0,01) que todas las demás especies, lo que indica su importancia como posible aportadora de nutrientes si el tiempo de permanencia en el rumen no es limitante. Debe señalarse que esta especie presentó valores bajos de fracciones de fibra y fenoles totales.

El follaje de *A. pennatula* tuvo el menor potencial de degradación ruminal (42,5%). Esta especie presentó los valores más elevados de fracciones de fibra y fue una de las más altas en fenoles totales. Las demás especies presentaron valores intermedios y muchas fueron similares estadísticamente.

Los rangos de los parámetros a, b, c y a+b encontrados en este estudio para las especies del género *Acacia*, son similares a los reportados por Abdulrazak, Fujihara, Ondick y Orskov (2000), quienes estudiaron seis especies de este género. Los valores para *G. ulmifolia* coinciden con los informados por Ramírez (1998) y los de *E. goldmanii* fueron superiores a los obtenidos por Roa, Céspedes y Muñoz (1985) en dos especies de *Erythrina* (*glauca* y *poepigiana*), pero semejantes a los hallados para *E. americana* (Maldonado, Grande, Aranda y Pérez-Gil, 2000). *L.*

leucocephala presentó valores dentro del rango de los reportados por La O, Chongo, Valenciaga, Elías, Ruiz, Torres y Scull (2000).

Con relación a *G. sepium*, los valores coinciden con los informados por Pedraza (2000).

Tabla 7. Parámetros de degradación ruminal de la materia seca del follaje de especies arbóreas del valle central de Chiapas.

Especie	Parámetro			
	a+b, %	a, %	b, %	C (/h)
<i>Leucaena leucocephala</i>	81,02 ^d	35,06 ^c	45,96 ^{bcd}	0,031 ^a
<i>Diphysa robinoidea</i>	81,31 ^d	31,93 ^{bc}	50,04 ^{cde}	0,047 ^{abc}
<i>Gliricidia sepium</i>	77,64 ^{cd}	25,36 ^{ab}	52,27 ^{cde}	0,070 ^{bc}
<i>Erythrina goldmanii</i>	70,86 ^{bc}	25,99 ^{ab}	44,87 ^{bc}	0,078 ^c
<i>Genipa americana</i>	91,71 ^e	33,82 ^c	57,73 ^e	0,047 ^{abc}
<i>Phitecollobium dulce</i>	72,80 ^{bcd}	24,48 ^{ab}	48,31 ^{cde}	0,048 ^{abc}
<i>Guazuma ulmifolia</i>	77,74 ^{cd}	22,38 ^a	55,17 ^{de}	0,035 ^{ab}
<i>Acacia pennatula</i>	42,53 ^a	22,86 ^a	19,68 ^a	0,039 ^{ab}
<i>Acacia milleriana</i>	67,54 ^b	28,74 ^{abc}	35,50 ^b	0,052 ^{abc}
ES ±	1,84 ^{***}	1,45 ^{***}	1,90 ^{***}	0,007 ^{**}

a,b,c,d,e Medias seguidas de distintas literales en una misma fila son significativamente diferentes (P<0,05)

** P<0,01

***P<0,001

En general, con excepción del género *Acacia* todas las especies arbóreas evaluadas estuvieron dentro del rango de degradación potencial reportado para *Calliandra calothyrsus*, *Morus* sp., *Cratylia argentea* e *Hibiscus rosa-sinensis* (Flores, Bolívar, Botero e Ibrahim, 1998), así como para *Brosimum alicastrum* (Delgado, La O, Chongo, Galindo y Santos, 2000).

Finalmente, sobre la base del potencial de degradación ruminal las especies pueden ser ordenadas como sigue: *G. americana*>*D. robinoidea*>*L. leucocephala*> *G. ulmifolia*>*G. sepium*>*P. dulce*> *E. goldmanii*>*A. milleriana*>*A. pennatula*.

Los valores de degradabilidad ruminal de los frutos fueron menores que los de los follajes. Sin embargo, sobresalió el fruto de *E. cyclocarpum* por su alto potencial de degradación. Para el caso del follaje, excepto las especies del género *Acacia*, todas presentaron valores altos de degradabilidad ruminal de la MS. Lo anterior podría resultar en un adecuado comportamiento productivo de los rumiantes, ya que los valores de

degradabilidad son indicativos de la capacidad de un alimento para aportar nutrientes a la flora ruminal. Relaciones positivas entre los parámetros *in situ*, consumo de alimento y digestibilidad han sido reportadas en la literatura, lo que sugiere que estas especies tienen un buen potencial para integrarlas a los sistemas de alimentación de rumiantes en el trópico mexicano. No obstante, es importante considerar otros factores tales como la concentración de fenoles, su disposición estacional y las características agronómicas, los cuales contribuyen a la selección de estas especies leñosas para ser incorporadas a los sistemas pecuarios.

REFERENCIAS

- Abdulrazak, S.A.; Fujihara, T.; Ondiek, J.K. & Orskov, E.R. 2000. Nutritive evaluation of some *Acacia* tree leaves from Kenia. **Animal Feed Science and Technology**. 85:89
- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 15th ed. Washington, D.C. U.S.A.

- Chongo, Bertha; La O, O.; Delgado, Denia; Scull, Idania; Santos, Yusleydis & Galindo, Juana 1998. Polifenoles totales y degradación ruminal *in situ* del nitrógeno en árboles forrajeros promisorios para la alimentación del ganado. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los Arboles y Arbustos en la Ganadería Tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 67
- Delgado, Denia; La O, O.; Chongo, Bertha; Galindo, Juana & Santos, Yusleydis. 2000. Determinación del valor nutritivo del follaje de dos árboles forrajeros tropicales: *Brosimum alicastrum* y *Bauhinia galpinii*. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Arboles y Arbustos en la Ganadería Tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1:102
- Domínguez, G. 1979. Métodos fitoquímicos para laboratorio. Ed. Limusa. México. 213 p.
- Elhassan, S.M.; Lahlou, A.; Newbold, C.J. & Wallace, R.J. 2000. Chemical composition and degradation characteristics of foliage of some African multipurpose trees. **Animal Feed Science and Technology**. 86:27
- Febles, G.; Ruiz, T.E. & Simón, L. 1995. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. Memoria del Seminario Científico Internacional. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 55
- Flores, O.I.; Bolívar, M.; Botero, J.A. & Ibrahim, M.A. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. **Livestock Research for Rural Development**. 10:1
- García, E. 1989. Modificación del sistema de clasificación climática de Köppen. 5^{ta} ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. p. 96
- La O, O.; Chongo, Bertha; Valenciaga, Daikys; Elías, A.; Ruiz, T.; Torres, Verena & Scull, Idania. 2000. Degradabilidad ruminal de nutrientes y digestibilidad intestinal *in vitro* de nitrógeno indegradable de *Leucaena leucocephala* cv. CIAT-7929. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Arboles y Arbustos en la Ganadería Tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1:122
- Maldonado, M.; Grande, D.; Aranda, E. & Pérez-Gil, F. 2000. Evaluación de árboles forrajeros tropicales para la alimentación de rumiantes en Tabasco, México. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Arboles y Arbustos en la Ganadería Tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1:135
- Mupangwa, J.F.; Acamovic, T.; Topps, J.H.; Ngongoni, N.T. & Hamudikuwanda, H. 2000. Content of soluble and bound condensed tannins of three tropical herbaceous forage legumes. **Animal Feed Science and Technology**. 83:139
- Nieuwkoop, M.N.; López, W.; Zamarripa, A.; Piedra, R. de la; Cruz, F.J.; Camas, R. & López, J. 1994. Uso y conservación de los recursos naturales en La Frailesca, Chiapas: Un diagnóstico. CIMMyT, México. p. 9
- Orskov, E.R. & McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science (Camb.)**. 92:499
- Pedraza, R. 2000. Degradabilidad ruminal y contribución nutritiva de las fracciones soluble e insoluble del follaje de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Arboles y Arbustos en la Ganadería Tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1:150
- Ramírez, C.L. 1998. Consumo, digestión ruminal y suministro de nitrógeno microbiano al duodeno en ovinos alimentados con pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum*) suplementados con follaje de árboles. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. México. 97 p.

- Roa, M.L.; Céspedes, D.A. & Muñoz, J. 1985. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados en el pie de monte llanero. En: Los árboles forrajeros como fuente de proteína. 2^{da} ed. CIPAV. Cali, Colombia. 8 p.
- SAS. 1994. User's guide. 4th ed. Statistical Analysis System Institute. Inc. North Carolina, USA
- Sheaffer, J.; Mendenhall, A. & Ott, R. 1987. Muestreo estadístico. Editorial Latinoamericana. México. 250 p.
- Vant Soest, P.J.; Robertson, J.D. & Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583

Recibido el 26 de abril del 2001

Aceptado el 6 de mayo del 2002