

## ÁRBOLES FORRAJEROS DE TRES REGIONES GANADERAS DE CHIAPAS, MÉXICO: USOS Y CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

### Fodder trees from three livestock regions of Chiapas, Mexico: use and nutritional characteristics

R Pinto-Ruiz ✉, D Hernández, H Gómez, MA Cobos, R Quiroga, D Pezo

(RPR) (HG) (RQ) Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Carr. Villaflores-Ocozocoautla km 7.5 A. P. 63 Villaflores, Chiapas, México. C.P. 30470. Tel y fax (+965) 65-21477. pinto\_ruiz@yahoo.com.mx  
(DH)(MAC) Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo  
(DP) Centro de Agricultura Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

**Artículo recibido:** 13 de agosto de 2007, **aceptado:** 30 de marzo de 2010

**RESUMEN.** El trabajo tuvo como objetivo conocer las plantas leñosas que poseen potencial forrajero de tres regiones ganaderas de Chiapas, México e identificar usos, composición química y características de degradación ruminal. Se aplicó un cuestionario a productores pecuarios de la región Costa, Frontera y Norte de Chiapas. Los resultados de la encuesta se procesaron utilizando frecuencias y porcentajes. El diagnóstico obtenido derivó en el conocimiento de 103 especies leñosas reconocidas como proveedoras de forraje para el ganado, sin embargo, 17 especies sobresalieron por su mención forrajera, destacándose la familia Fabaceae. A través de simulación del pastoreo se obtuvieron muestras de las especies de mayor mención forrajera para conocer su composición química y características de degradación ruminal utilizando la técnica de la bolsa de nylon. Los resultados de la composición química y degradabilidad ruminal se analizaron mediante análisis de varianza para un diseño experimental completamente al azar, considerando a las especies arbóreas como tratamientos y empleando tres repeticiones por tratamiento. Las especies estudiadas presentaron diversos usos alternos al forrajero tal como cercas vivas, madera, leña, medicinales. Los criterios relacionados para elegir a las especies por parte de los productores estuvieron relacionados con el hecho de que las leñosas son ramoneadas por el animal y por la cantidad de biomasa foliar que poseen. La mayoría de las especies presentaron contenidos nutricionales y de degradación aceptables que hace que su uso en la ganadería sea promisorio. Sobresalieron las especies *Guazuma ulmifolia*, *Parmetiera edulis*, *Cordia dentata*, *Pithecellobium dulce*, *Acacia milleriana*, *Quercus* sp., *Erythrina goldmanii* y *Gliricidia sepium*.

**Palabras clave:** Potencial forrajero, árboles multipropósito, sistemas silvopastoriles.

**ABSTRACT.** The study aimed to identify trees with forage potential in three regions of Chiapas, Mexico, as well as their uses, chemical composition and characteristics of ruminal decomposition. A questionnaire was applied to livestock farmers in the Costa, Frontera and Norte regions of Chiapas. The results were processed using frequencies and percentages. The study led to the identification of 103 species recognised as fodder trees for livestock, however, 17 species were most mentioned as forage, particularly those of the family Fabaceae. Through a grazing simulation, samples of the most mentioned species were obtained to determine the chemical composition and ruminal decomposition characteristics using the nylon bag technique. The results obtained for the chemical composition and ruminal degradability were analysed with an analysis of variance for a completely randomised design, considering the tree species as treatments and three repetitions per treatment. The species studied presented a variety of uses, apart from forage, including live hedges, wood, timber and medicine. The criteria considered by the livestock farmers to choose a species were related to the fact that animals browse on specific plants and to the foliar biomass production. Most species presented acceptable nutritional contents and an adequate decomposition, rendering their use in livestock production promissory. The most promissory species were *Guazuma ulmifolia*, *Parmetiera edulis*, *Cordia dentata*, *Pithecellobium dulce*, *Acacia milleriana*, *Quercus* sp., *Erythrina goldmanii* and *Gliricidia sepium*.

**Key words:** Forage potential, multipurpose trees, silvopastoral systems.

## INTRODUCCIÓN

La destrucción de grandes extensiones de bosques y selvas en diversas regiones tropicales del mundo, estimadas en 17 millones de ha año<sup>-1</sup> (FAO 1994), para abrir paso al establecimiento de monocultivos de praderas para su utilización por la ganadería extensiva, han ocasionado una drástica disminución de la biodiversidad de flora y fauna. Entre las diferentes alternativas disponibles para reducir el deterioro ambiental producido por el crecimiento de la ganadería tradicional extensiva, se ha realizado la implementación de prácticas de tipo agroforestal (silvopastoreo), que impulsan la integración de árboles y arbustos con la producción animal y que podrían dar la pauta para el desarrollo de sistemas de producción sustentables que no atenten contra el equilibrio ecológico de estas áreas y que, inclusive, pudieran mejorar el comportamiento animal (ganancia de peso, producción de leche) sin tener que depender de insumos externos (Schroth *et al.* 2004; Murgueitio & Ibrahim 2007).

En ese mismo contexto, en el estado de Chiapas, México, la ganadería representa la segunda actividad económica más importante (AEC, 2004) utilizando para dicha actividad 26.3% de la superficie total estatal (Castillo 2003), lo que implica enfrentarse a una de las más altas tasas de deforestación del país, degradación de suelos, fuentes de agua y baja productividad animal debido a variabilidad en la cantidad y calidad de los forrajes (Pinto 2002). Sin embargo, debido a la gran riqueza biológica del estado, existen una gran variedad de especies leñosas que podrían tener potencial para ser incorporados a los sistemas de producción animal, especies que podrían introducir elementos de sostenibilidad en los sistemas ganaderos actuales al hacerlos menos dependientes de insumos, además de conferir varias ventajas, entre ellas, sus múltiples usos y a mejorar la productividad pecuaria como ha sido demostrado en otros trabajos (Sosa *et al.* 2004; García & Medina 2006; Tedonkeng *et al.* 2007).

Sin embargo, aún se hace necesario llevar a cabo investigaciones relacionadas con el reconocimiento, evaluación y selección de especies potencialmente productivas en las diferentes áreas gana-

deras de Chiapas, que lleven a conocer la capacidad forrajera de estas especies y la posibilidad de su integración a los sistemas pecuarios a través de prácticas silvopastoriles (Camacho *et al.* 1999; Palma 2005).

Por lo anterior, los objetivos de este trabajo fueron conocer las leñosas con potencial forrajero de tres regiones ganaderas del estado de Chiapas e identificar sus usos, composición química y características de degradación ruminal, como alternativa para sistemas pecuarios sostenibles.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en tres regiones: Costa, Frontera y Norte, que son consideradas como las de mayor importancia y contribución ganadera del estado de Chiapas, México.

### Características de las regiones de estudio

La región Costa se ubica entre los 15° 45' y 16° 18' de Latitud Norte y a los 93° 10' y 94° 10' de Longitud Oeste, limita al Norte con las regiones Centro y Frailesca; al Sur con el Océano Pacífico; al Este con la región Soconusco y al Oeste con el estado de Oaxaca. Posee diversos climas, los predominantes son el cálido subhúmedo y el semihúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual varía de 26 a 28 °C. Desde el punto de vista topográfico, la altura máxima se localiza en la parte oeste de Tonalá con 2 550 m s.n.m. y la mínima sobre la parte costera (García 1989).

La región Frontera se localiza al Oriente del Estado de Chiapas, dentro de la Depresión Central y la Altiplanicie, y se sitúa entre los 15° 40' y 16° 42' de Latitud Norte y 92° 36' de Longitud Oeste. Colinda al Norte con las regiones Altos y Selva, al Sur con la región Sierra, al Oeste con las regiones Centro y Frailesca y al Sureste con la República de Guatemala. El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano. La altitud de la región fluctúa entre los 443 y 2 150 m s.n.m. y las temperaturas oscilan desde los 17 a los 35 °C, con una temperatura media de 26 °C (García 1989).

La región Norte está ubicada al noroeste del estado de Chiapas y se localiza entre los 16° 55' y 18° 00' de Latitud Norte, y 92° 40' y 93° 36' de

Longitud Oeste. La altura de la región varía entre los 50 y 2 550 m s.n.m. Los climas predominantes en la región son el cálido húmedo y el subhúmedo, los cuales se caracterizan por presentar lluvias todo el año, originando una precipitación pluvial media anual de 2 500 mm con una mínima de 1 000 mm y una máxima de 4 200 mm. La temperatura registra una media anual de 24.5 °C (García 1989).

### **Conocimiento local de la vegetación leñosa**

Con el fin de conocer las principales especies leñosas que, de acuerdo a la experiencia de los productores de cada región, son consumidas por los rumiantes así como para identificar sus diferentes usos, se realizaron encuestas utilizando un cuestionario previamente elaborado.

El sistema de encuesta se aplicó de manera directa a ganaderos dueños de predios y personas relacionadas con el manejo del ganado y que radican en la unidad de producción. El tamaño de muestra fue determinado de acuerdo a la fórmula propuesta por Scheaffer *et al.* (1987), utilizada para estimar proporciones, eligiendo los predios ganaderos al azar y localizados en diversas transectas determinadas previamente, partiendo de las vías de comunicación más accesibles. Una vez obtenidos los resultados de las encuestas, se determinaron las especies a estudiar con base a la mayor frecuencia en ser mencionadas como de uso forrajero. Para cada especie se colectaron muestras de cada una de ellas y, con ayuda de prensas botánicas y de acuerdo al método descrito por Gaviño *et al.* (1982), se clasificaron botánicamente determinando familia, género y especie. Estas actividades fueron llevadas a cabo en el instituto de Historia Natural y Ecología del estado de Chiapas. Con el fin de conocer el criterio bajo el cual los productores consideraban y mencionaban como importante a alguna especie en particular, se les interrogaba puntualmente al respecto, considerando para ello que empleara criterios relacionados al uso por parte del animal y de la planta.

### **Muestreo de las especies de mayor uso forrajero**

Para cada una de las especies de mayor importancia forrajera, se obtuvieron 12 muestras simples

con un peso aproximado de 250 g. Cada una de las muestras simples se integró para formar una muestra compuesta de 500 g con tres repeticiones. El muestreo se realizó a través de simulación de pastoreo, lo cual consistió en tomar aquellas partes de la planta que el animal selecciona durante el pastoreo (Fick *et al.* 1979). Para este caso, se consideró la altura de muestreo entre los 0.10 m a 1.20 m sobre el nivel del suelo. La parte muestreada en la mayoría de las especies fueron aquellas partes que son realmente consumidas por el ganado: cogollos, hojas y tallos verdes. Las muestras fueron colectadas en la época de menor precipitación para cada región de estudio ya que corresponde a la época de mayor uso de estas especies por los animales bajo pastoreo. Una vez obtenidas las muestras, éstas fueron manejadas siguiendo los estándares recomendados por Fick *et al.* (1979). El material colectado fue acondicionado en bolsas de papel con la identificación respectiva y fueron luego secadas en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta obtener peso constante. La materia seca obtenida de cada muestra fue molida utilizando un molino de martillos tipo Thomas Willey® de 4 HP con una criba de 2 mm y almacenadas para su análisis posterior.

### **Análisis químicos**

Para cada muestra se procedió a determinar el contenido de proteína cruda (PC) de acuerdo a la metodología propuesta por AOAC (1990), la energía bruta (EB) utilizando una bomba calorimétrica, la fibra detergente neutro (FDN) y la fibra detergente ácido (FDA) mediante la metodología propuesta por Van Soest *et al.* (1991). Finalmente se determinó el contenido de taninos condensados totales (TCT) de acuerdo al método propuesto por Makkar (2003).

### **Degradabilidad ruminal**

Se utilizaron cuatro toretes cebú-suizo (315 kg  $\pm$  10.0 y una edad promedio de tres años) provistos de cánulas ruminales flexibles. La alimentación durante la etapa previa y durante el ensayo fue basada en el pastoreo directo de zacate Estrella Africana (*Cynodon plectostachyus*) más una suplementación que consistió en una mezcla en forma de harina de pasta de soya, maíz y minerales a razón de

280 g animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. Los animales permanecían en el potrero a donde también eran suplementados. La evaluación de la degradabilidad se realizó durante la época de menor precipitación (abril) con la finalidad de replicar las mismas condiciones en que se encuentran los animales en la producción comercial. Para estimar la degradabilidad se empleó la técnica de la bolsa de nylon propuesta por Ørskov et al. (1980). Para ello, se utilizaron bolsas de nylon de 7 x 5 cm y 50 micras de tamaño de poro. Para estimar los parámetros de degradabilidad (a, b, a+b y c) se utilizaron los tiempos de incubación 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 h. De cada especie se colocaron 5 g de muestra por bolsa, las bolsas se introdujeron por duplicado a cada animal por cada tiempo de incubación y por cada especie. La desaparición del material fue expresada en porcentaje y estimada por diferencia entre la cantidad existente del material incubado menos la cantidad del material residual. A través del ajuste de la ecuación exponencial ( $Y = a + b(1 - \exp(-ct))$ ) descrita por Ørskov et al. (1980) se derivaron las constantes de degradación de la materia seca: a (fracción soluble en tiempo cero), b (potencial de degradabilidad del componente que se degradará cuando el tiempo no sea limitante), c (tasa de degradación de b) y a+b (degradabilidad potencial a 96 h).

### Análisis estadístico

Los valores obtenidos en el estudio del conocimiento y usos de especies arbóreas se procesaron a través de frecuencias y porcentajes. Los resultados de la composición química y degradabilidad ruminal se analizaron mediante análisis de varianza para un diseño experimental completamente al azar, considerando a las especies arbóreas como tratamientos y empleando tres repeticiones por tratamiento. Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM de Anónimo (2001) y las comparaciones de medias se efectuaron con la prueba de Tukey (Steel & Torrie 1988).

## RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio de las encuestas realizadas a los productores en

las tres regiones de estudio, se determinó la existencia de 103 especies de árboles y arbustos que son consideradas como proveedores de forraje para el ganado bovino. En el presente trabajo solamente se determinaron 17 especies como las de mayor importancia forrajera por ser las que presentaron las mayores frecuencias en las encuestas de los productores. Estas especies se presentan en la Tabla 1.

Por la mayor selectividad del ganado bovino, se destaca la familia Fabaceae (antes Leguminosae), representando 41.10 % de las familias identificadas. Las otras especies pertenecen a las familias Bignoniaceae, 17.60 %; y Esterculiaceae, Moraceae, Fagaceae, Boraginaceae, Anacardiaceae, Myrtaceae y Cesalpiniaceae con 5.90 % cada una de ellas.

En la Tabla 2 se destaca la preferencia de los productores por las arbóreas forrajeras, que a criterio de ellos, son las más importantes. Con base al porcentaje de mención en las encuestas y al valor asignado por el productor a cada especie, las arbóreas de mayor importancia en cada región fueron *Guazuma ulmifolia* (Esterculiaceae) y *Parmetiera edulis* (Bignoniaceae) en la región Costa; *Acacia milleriana* (Fabaceae) y *Quercus peduncularis* (Fagaceae) en la región Frontera; *Gliricidia sepium* (Fabaceae) y *Erythrina golmanii* (Fabaceae) en la región Norte. En todos los casos, la observación realizada por el productor se relacionó con la abundancia de estas especies en cada región.

Asimismo, en la Tabla 2 se presentan los diferentes usos que los productores asignan a las especies en estudio. Una alta proporción de especies poseen usos múltiples, todas éstas tuvieron usos o servicios alternos al forrajero, encontrándose 58 productos/servicios diferentes para la región Costa, 44 para la región Frontera y 25 para la región Norte. En la tabla se aprecia que el mayor número de especies consideradas en la región Costa son usadas como cercas vivas (10), postes (10) sombra (10), utensilios (10) (e.g. áperos de labranza, mangos de herramientas, etc.) y leña (10), seguido de las utilizadas como medicinales (8). Paralelamente, se muestra que el mayor número de especies consideradas en la región Frontera son usadas como sombra (10) y leña (10), seguidos de las utilizadas como utensilios (9), postes (8) medicinales (6) y cercas vivas

**Tabla 1.** Identificación botánica de especies arbóreas de mayor uso forrajero en tres regiones ganaderas del estado de Chiapas, México.

**Table 1.** Botanical identification of the tree species of greater forage use in three livestock regions of the state of Chiapas, Mexico.

Nombre local	Nombre científico	Familia
<b>región Costa</b>		
Caulote, Cualote *	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lamb.	Esterculiaceae
Cuajilote (Turi)	<i>Parmetiera edulis</i> D.C	Bignoniaceae
Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.)	Fabaceae
Gulaver, Nanguipo	<i>Cordia dentata</i> Poir	Boraginaceae
Guanacastle; Parota *	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Fabaceae
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
Amate, Higo *	<i>Ficus glabrata</i> H.B. & K	Moraceae
Matilizhuate, Roble	<i>Tabebuia pentaphylla</i>	Bignoniaceae
Matarratón, Yaité *	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Fabaceae
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Wild.	Fabaceae
<b>región Frontera</b>		
Quebracho *	<i>Acacia milleriana</i> St.	Fabaceae
Roble	<i>Quercus peduncularis</i>	Fagaceae
Chajcal	<i>Leucaena glauca</i> Benth.	Fabaceae
Caulote *	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lamb.	Esterculiaceae
Guash, Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae
Amate *	<i>Ficus glabrata</i> H.B. & K	Moraceae
Guanacastle *	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Fabaceae
Matarratón *	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Fabaceae
Pichichej, Candoqui	<i>Tecoma stans</i> (L.) HBK.	Bignoniaceae
Pie de venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Cesalpiniaceae
<b>región Norte</b>		
Matarratón, Cocoite *	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Fabaceae
Pitillo, Chontal	<i>Erythrina goldmanii</i> St.	Fabaceae
Caulote *	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lamb.	Esterculiaceae
Bacté	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Myrtaceae
Quiebra-acha *	<i>Acacia milleriana</i> (L.) Wild.	Fabaceae

\* Especies localizadas en las tres regiones de estudio.

(1). Asimismo, se muestra que el mayor número de especies consideradas en la región Norte son usadas como cercas vivas (5), postes (5), sombra (5) y leña (5) seguidos de las utilizadas como utensilios (3) y medicinales (2).

En la Tabla 3 se presentan los criterios más importantes relacionados al animal y a la leñosa que fueron sugeridos por los productores encuestados y que definen el valor forrajero que le dan éstos a las especies dentro del sistema ganadero. El criterio más relevante en todas las regiones estuvo relacionado con el conocimiento de que las especies arbóreas son ramoneadas por el animal, seguido de la cantidad de biomasa foliar que poseen dichas especies.

La Tabla 4 presenta los valores químico-nutricionales de las especies de interés. Con referencia a las especies arbóreas de la región Costa se observó que el contenido de PC en *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *A. farnesiana*, *C. dentata*, *P. dulce* y *E.*

*cyclocarpum* fue el más alto ( $p < 0.05$ ). En lo que corresponde a valores de EB, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las especies. En las fracciones de fibra FDN y FDA se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre especies. Los valores para FDN variaron de 67.61 % (*P. edulis*) a 37.84 % (*P. dulce*) y para FDA de 50.07 % (*T. pentaphylla*) a 26.01 % (*P. dulce*). Las concentraciones de TCT, en las especies *A. farnesiana*, *E. cyclocarpum*, *T. pentaphylla*, *P. dulce*, *P. edulis*, *C. dentata*, *F. glabrata*, *G. sepium* fueron similares ( $p > 0.05$ ). *Guazuma ulmifolia* junto con *M. indica* fueron las especies que mayor concentración de TCC presentaron. En la región Frontera, el contenido de PC más alto ( $p < 0.05$ ; Tabla 4) se determinó en *A. milleriana*, *G. sepium*, *L. leucocephala* y *E. cyclocarpum*. Con relación a la EB, *E. cyclocarpum* presentó el contenido más alto ( $p < 0.01$ ); en contraste *G.*

**Tabla 2.** Mención forrajera y usos de especies arbóreas en tres regiones ganaderas del estado de Chiapas, México.  
**Table 2.** Mention of the use for forage and other uses of tree species in three livestock regions of the state of Chiapas, Mexico.

Especie arbórea	Porcentaje de mención <sup>a</sup>	Cercas vivas	Postes	Usos <sup>b</sup>			
				Sombra	Medicinal	Utensilios	Leña
<b>región Costa</b>							
<i>G. ulmifolia</i>	98	63	31	98	35	88	98
<i>P. edulis</i>	89.8	51	35	88	61	59	76
<i>P. dulce</i>	44.9	16	24	39	10	6.1	41
<i>C. dentata</i>	42.9	27	33	35	4.1	20	33
<i>E. cyclocarpum</i>	34.7	12	10	24	0	6.1	22
<i>M. indica</i>	32.7	14	8.2	33	8.2	6.1	29
<i>F. glabrata</i>	30.6	8.2	6.1	31	10	4.1	31
<i>T. pentaphylla</i>	28.6	22	18	27	4.1	18	27
<i>G. sepium</i>	20.4	8.2	12	20	12	6.1	16
<i>A. farnesiana</i>	14.3	4.1	2	8.2	0	2	12
<b>región Frontera</b>							
<i>A. milleriana</i>	76.2	0	56	57	0	30	62
<i>Q. peduncularis</i>	39.3	0	19	24	0	13	33
<i>L. glauca</i>	25	0	19	18	1.2	11	21
<i>G. ulmifolia</i>	23.8	0	3.6	20	17	12	15
<i>L. leucocephala</i>	22.6	0	13	11	2.4	4.8	11
<i>F. glabrata</i>	17.9	0	0	18	2.4	0	3.6
<i>E. cyclocarpum</i>	16.7	0	0	14	0	3.6	4.8
<i>G. sepium</i>	15.5	8.3	4.8	7.1	4.8	2.4	9.5
<i>T. stans</i>	15.5	0	11	12	7.1	6	15
<i>B. unguolata</i>	11.9	0	9.5	7.1	0	8.3	8.3
<b>región Norte</b>							
<i>G. sepium</i>	46.7	40	40	40	27	13	33
<i>E. goldmanii</i>	46.7	47	47	53	0	0	33
<i>G. ulmifolia</i>	26.7	27	20	27	6.7	13	20
<i>E. acapulcensis</i>	20	6.7	20	20	0	6.7	20
<i>A. milleriana</i>	20	20	13	13	0	0	13

<sup>a</sup> Numero de repeticiones del total de productores que hicieron referencia a la misma especie.

<sup>b</sup> Porcentaje de respuestas proporcionadas por 89 productores de la región Costa, 94 productores de la región Frontera y 75 productores de la región Norte; el total es mayor de 100 % debido a respuestas múltiples.

*sepium* y *F. glabrata* presentaron los contenidos más bajos ( $p < 0.05$ ) de EB. Cambios ( $p < 0.01$ ) en el contenido de FDN y FDA fueron encontrados entre especies. Los niveles de FDN variaron de 53 % (*E. cyclocarpum*) a 25.03 % (*L. leucocephala*). El contenido de FDA por su parte mostró un rango de 41.07 % (*Q. peduncularis*) a 17.62 % (*L. leucocephala*). La concentración de TCT no presentó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre *G. ulmifolia*, *A. milleriana*, *L. leucocephala* y *T. stans*, a pesar de presentar contenidos elevados.

En la región Norte, el contenido de PC más alto ( $p < 0.01$ ; Tabla 4) se presentó en las especies *E. goldmanii* y *G. sepium*. Por su parte, *G. ulmifolia* presentó el valor energético más alto ( $p < 0.05$ ), superando a las especies *E. goldmanii* y *E. acapulcensis*, las cuales presentaron los más bajos

contenidos de EB. Los valores de FDN y FDA presentaron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre especies, mostrando rangos para FDN de 42.39 % (*E. goldmanii*) a 31.46 % (*E. acapulcensis*) y para FDA de 30.17 % (*G. ulmifolia*) a 22.43 % (*E. acapulcensis*). La concentración de TCT más alta ( $p < 0.01$ ) se encontró en *G. ulmifolia* y *E. acapulcensis*.

En la Tabla 5 se presentan los parámetros de degradación de las especies en estudio ordenadas para cada región. Para la región Costa y analizando únicamente los valores de degradabilidad potencial, (a+b), *G. sepium*, *P. edulis* y *F. glabrata* fueron quienes tuvieron los niveles más altos de degradación potencial a 96 h marcando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) de las especies que obtuvieron los niveles más bajos, como *E. cyclocarpum* (33.5%). Para las leñosas de la región

**Tabla 3.** Criterios que los productores utilizan para considerar de valor forrajero a especies arbóreas forrajeras de tres regiones ganaderas de Chiapas, México.

**Table 3.** Criteria used by livestock farmers to consider the forage value of tree species in three livestock regions of Chiapas, Mexico.

Relacionados al animal		Relacionados a la arbórea	
Criterios	Porcentaje <sup>a</sup>	Criterios	Porcentaje <sup>a</sup>
<b>región Frontera</b>			
Es muy consumida	40.80	Resiste la sequía	2
Mejora la producción leche	16.30	Es de fácil propagación	14.30
Mejora producción carne	2	Produce mucha biomasa	59
Mejora reproducción	26.50	Rebrota fácilmente	8
Mant. cond. corporal	32.70	Alto valor nutritivo	2
<b>región Centro</b>			
Es muy consumida	70.24	Resiste la sequía	8.60
Mejora la producción	2.38	Es de fácil propagación	19.05
Engorda al animal	2.38	Produce mucha biomasa	49.76
Mejora reproducción	5.30	Rebrota fácilmente	6.70
Mant. cond. corporal	7.40	Alto valor nutritivo	1.19
<b>región Norte</b>			
Es muy consumida	60.50	Resiste la sequía	9.50
Mejora la producción	13.30	Es de fácil propagación	13.30
Engorda al animal	6.70	Produce mucha biomasa	63.30
Mejora reproducción	4.60	Rebrota fácilmente	13.30
Mant. cond. corporal	13.30	Alto valor nutritivo	8.90

<sup>a</sup> Existieron otros criterios que presentaron un menor porcentaje de respuestas.

Frontera, los valores de digestibilidad potencial de las especies *L. leucocephala* (76.8%), *G. sepium* (80.4%), *L. glauca* (72.0%), *F. glabrata* (81.4%) y *T. stants* (73.7%), obtuvieron los valores más altos difiriendo significativamente ( $p < 0.05$ ) de todas las demás especies. Los resultados más bajos ( $p < 0.05$ ) lo presentaron *E. cyclocarpum* (41.1%) y *Q. peduncularis* (38.4%).

Para los árboles de la región Norte, los valores mas altos de a+b los presentó *G. sepium*, ya que mostró diferencias estadísticas significativas con *A. milleriana* y *E. goldmanii* ( $p < 0.05$ ), que resultaron las especies con los menores valores de degradación potencial en rumen a 96 h.

Como se sabe, la digestibilidad ruminal del material vegetal está relacionada con la proporción de pared celular (Norton 1994a). Al respecto, para la región Frontera se encontró una relación lineal entre a+b con los contenidos de FDN de las especies estudiadas (-0.783,  $p < .007$ ), para la región Costa entre FDA y a+b (-0.800  $p < 0.017$ ). En tanto, para la región Norte no se encontraron relaciones entre la a+b, pero sí para la fracción rápidamente degradable (a) con FDN (-0.917,  $p < 0.007$ ). Por otro lado, estudios realizados por Dzowella *et al.* (1995) men-

cionan que la digestibilidad de los alimentos podría estar relacionada con la presencia de TCT, aunque estos últimos no se encontraron relacionados con la degradabilidad potencial en este trabajo para ninguno de los casos.

## DISCUSIÓN

El número de especies enlistada en este trabajo (Tabla 1) fue similar a los inventarios reportados por otros autores para las regiones tropicales de México (Morales *et al.* 1998; Sosa *et al.* 2004; González *et al.* 2006). El alto número de especies que pertenecen a la familia Fabaceae (41%) podría garantizar mayores aportes de proteína y rendimiento de biomasa a los sistemas pecuarios durante las épocas críticas de estiaje, además de contribuciones a la restauración de suelos (Pezo *et al.* 1990; FAO 1992).

De acuerdo a los resultados de preferencia dada en términos de porcentaje de mención por los productores encuestados (Tabla 2), se aprecia la selecta facultad de observación de los productores y a su interés por las leñosas, que representan una parte de su sustento, de sus medicinas y de las materias

**Tabla 4.** Composición química (Base Seca) de especies arbóreas forrajeras de tres regiones ganaderas de Chiapas, México.

**Table 4.** Chemical composition (dry basis) of forage tree species in three livestock regions of Chiapas, Mexico.

Nombre científico	PC, %	EB, cal Kg <sup>-1</sup> MS	FDN, %	FDA, %	TCT mg g <sup>-1</sup> MS
<b>región Frontera</b>					
<i>M. indica</i>	10.86 <sup>c</sup>	4.672 <sup>a</sup>	45.55 <sup>c</sup>	42.94 <sup>abc</sup>	24.78 <sup>b</sup>
<i>G. sepium</i>	25.79 <sup>a</sup>	4.949 <sup>a</sup>	46.26 <sup>c</sup>	32.42 <sup>cd</sup>	0.00 <sup>c</sup>
<i>T. pentaphylla</i>	11.18 <sup>c</sup>	4.970 <sup>a</sup>	61.64 <sup>ab</sup>	50.07 <sup>a</sup>	1.37 <sup>c</sup>
<i>G. ulmifolia</i>	19.44 <sup>abc</sup>	4.813 <sup>a</sup>	49.79 <sup>bc</sup>	30.66 <sup>cd</sup>	34.23 <sup>ab</sup>
<i>F. glabrata</i>	15.69 <sup>bc</sup>	4.277 <sup>a</sup>	45.55 <sup>c</sup>	40.28 <sup>abc</sup>	0.00 <sup>c</sup>
<i>E. cyclocarpum</i>	25.12 <sup>a</sup>	5.355 <sup>a</sup>	62.32 <sup>a</sup>	46.96 <sup>ab</sup>	2.30 <sup>c</sup>
<i>P. edulis</i>	15.70 <sup>bc</sup>	4.794 <sup>a</sup>	67.61 <sup>a</sup>	39.06 <sup>abcd</sup>	0.33 <sup>c</sup>
<i>C. dentata</i>	21.47 <sup>ab</sup>	4.277 <sup>a</sup>	44.40 <sup>c</sup>	42.17 <sup>abc</sup>	0.00 <sup>c</sup>
<i>P. dulce</i>	24.01 <sup>ab</sup>	5.377 <sup>a</sup>	37.84 <sup>c</sup>	26.01 <sup>d</sup>	1.35 <sup>c</sup>
<i>A. farnesiana</i>	25.27 <sup>a</sup>	5.303 <sup>a</sup>	48.58 <sup>c</sup>	34.56 <sup>acd</sup>	3.10 <sup>c</sup>
<b>región Centro</b>					
<i>E. cyclocarpum</i>	22.99 <sup>a</sup>	5.924 <sup>a</sup>	53.00 <sup>a</sup>	33.86 <sup>bc</sup>	0.86 <sup>c</sup>
<i>G. sepium</i>	24.15 <sup>a</sup>	4.446 <sup>b</sup>	29.92 <sup>de</sup>	24.95 <sup>e</sup>	2.28 <sup>c</sup>
<i>L. leucocephala</i>	23.64 <sup>a</sup>	4.909 <sup>ab</sup>	25.03 <sup>e</sup>	17.62 <sup>f</sup>	42.08 <sup>b</sup>
<i>B. unguolata</i>	21.42 <sup>ab</sup>	5.116 <sup>ab</sup>	50.88 <sup>a</sup>	37.53 <sup>ab</sup>	2.76 <sup>c</sup>
<i>G. ulmifolia</i>	17.64 <sup>bc</sup>	4.867 <sup>ab</sup>	42.33 <sup>b</sup>	29.68 <sup>cd</sup>	46.80 <sup>b</sup>
<i>Q. peduncularis</i>	11.70 <sup>d</sup>	4.823 <sup>ab</sup>	51.10 <sup>a</sup>	41.07 <sup>a</sup>	27.69 <sup>bc</sup>
<i>A. milleriana</i>	24.60 <sup>a</sup>	5.314 <sup>ab</sup>	37.99 <sup>bc</sup>	25.46 <sup>de</sup>	43.14 <sup>b</sup>
<i>T. stants</i>	14.17 <sup>cd</sup>	5.337 <sup>ab</sup>	36.66 <sup>bcd</sup>	30.46 <sup>c</sup>	37.76 <sup>b</sup>
<i>L. glauca</i>	17.66 <sup>bc</sup>	4.868 <sup>ab</sup>	33.32 <sup>bcd</sup>	24.41 <sup>d</sup>	146.82 <sup>a</sup>
<i>F. glabrata</i>	16.36 <sup>c</sup>	4.022 <sup>c</sup>	41.05 <sup>cd</sup>	33.16 <sup>e</sup>	0.44 <sup>c</sup>
<b>región Norte</b>					
<i>E. goldmanii</i>	25.32 <sup>a</sup>	4.837 <sup>c</sup>	42.39 <sup>a</sup>	29.16 <sup>ab</sup>	1.05 <sup>c</sup>
<i>G. sepium</i>	25.40 <sup>a</sup>	4.739 <sup>e</sup>	34.72 <sup>bc</sup>	22.81 <sup>c</sup>	0.97 <sup>c</sup>
<i>G. ulmifolia</i>	11.13 <sup>d</sup>	5.185 <sup>b</sup>	37.10 <sup>b</sup>	30.17 <sup>a</sup>	43.06 <sup>a</sup>
<i>E. acapulcensis</i>	21.30 <sup>b</sup>	4.784 <sup>d</sup>	31.46 <sup>c</sup>	22.43 <sup>c</sup>	43.34 <sup>a</sup>
<i>A. milleriana</i>	15.85 <sup>c</sup>	5.358 <sup>a</sup>	37.09 <sup>b</sup>	27.84 <sup>b</sup>	41.09 <sup>b</sup>

PC: Proteína cruda; EB: Energía bruta; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido; TCT= Taninos condensados totales.

primas para su ganadería. Esto confirma el valor que tiene el hecho de rescatar el conocimiento local y las implicaciones para mejorar el uso de leñosas en los sistemas productivos (Thorne *et al.* 1999).

Los resultados obtenidos permiten identificar varias especies con múltiples posibilidades de usos, que permiten cubrir las necesidades del productor en cuanto a productos forestales, forrajeros, etc. y coinciden con otros trabajos reportados (Zamora *et al.* 2001; González *et al.* 2006; Mtengeti & Mhelela 2006). De suma importancia resulta *G. ulmifolia*, *P. edulis* y *A. milleriana* como proveedoras de combustible. Es de destacar, la importancia de especies como *G. ulmifolia*, *P. edulis*, *C. dentata*, *M. indica*, *E. acapulcensis* y *L. leucocephala* como integrantes de la dieta humana, aunque en términos generales el porcentaje de arbóreas como fuente de alimento

para el humano no fue significativo. El uso de *G. sepium*, *P. edulis*, *E. goldmanii* y *C. dentata* como cercos vivos es relevante, aunque la construcción de cercas vivas es una variante de árboles leñosos, no es generalizada entre todos los productores de las tres regiones. Otros usos considerados en las encuestas pero en menor porcentaje, incluyen la utilización de ciertas especies para curtir pieles como *P. dulce*, para la elaboración de carbón como *Q. peduncularis* y como maderas preciosas para muebles y construcción de casas como *T. rosea* y *E. cyclocarpum*. Lo anterior, evidencia la necesidad de búsqueda y preservación de recursos naturales para la satisfacción de requerimientos con la participación de productores (Pinnars & Balasubramanian 1991). Estas evaluaciones pueden ser utilizadas para constituir la base del conocimiento que conduzca al desarrollo al-



**Tabla 5.** Parámetros de degradación *in situ* de la materia seca de especies arbóreas forrajeras de tres regiones ganaderas de Chiapas, México.

**Table 5.** *In situ* decomposition parameters of the dry matter of forage tree species in three livestock regions of Chiapas, Mexico.

Especie	Parámetros			c(/h)
	a + b (%)	a (%)	b (%)	
<b>región Frontera</b>				
<i>M. indica</i>	53.03 <sup>b</sup>	14.69 <sup>a</sup>	38.31 <sup>bc</sup>	0.034 <sup>a</sup>
<i>T. pentaphylla</i>	44.39 <sup>b</sup>	13.82 <sup>a</sup>	30.58 <sup>ab</sup>	0.045 <sup>ab</sup>
<i>G. sepium</i>	79.83 <sup>d</sup>	22.17 <sup>ab</sup>	57.66 <sup>de</sup>	0.079 <sup>c</sup>
<i>P. edulis</i>	76.29 <sup>d</sup>	17.44 <sup>ab</sup>	58.84 <sup>e</sup>	0.016 <sup>a</sup>
<i>A. farnesiana</i>	64.88 <sup>c</sup>	19.63 <sup>ab</sup>	45.25 <sup>cd</sup>	0.0422 <sup>a</sup>
<i>E. cyclocarpum</i>	33.53 <sup>a</sup>	15.52 <sup>a</sup>	18.00 <sup>a</sup>	0.0256 <sup>a</sup>
<i>P. dulce</i>	69.71 <sup>cd</sup>	19.52 <sup>ab</sup>	50.20 <sup>cde</sup>	0.077 <sup>bc</sup>
<i>G. ulmifolia</i>	71.70 <sup>cd</sup>	25.10 <sup>b</sup>	46.60 <sup>cde</sup>	0.049 <sup>abc</sup>
<i>C. dentata</i>	74.39 <sup>cd</sup>	21.43 <sup>ab</sup>	52.96 <sup>e</sup>	0.018 <sup>a</sup>
<i>F. glabrata</i>	79.34 <sup>d</sup>	29.45 <sup>e</sup>	49.89 <sup>bc</sup>	.0295 <sup>ab</sup>
<b>región Centro</b>				
<i>F. glabrata</i>	81.49 <sup>c</sup>	31.58 <sup>e</sup>	49.91 <sup>bc</sup>	.0305 <sup>ab</sup>
<i>G. sepium</i>	80.43 <sup>c</sup>	24.94 <sup>d</sup>	55.49 <sup>c</sup>	.0833 <sup>c</sup>
<i>L. leucocephala</i>	76.82 <sup>c</sup>	28.59 <sup>e</sup>	48.22 <sup>b</sup>	.0444 <sup>ab</sup>
<i>T. stans</i>	73.75 <sup>c</sup>	19.79 <sup>bc</sup>	53.97 <sup>c</sup>	.0365 <sup>ab</sup>
<i>L. glauca</i>	72.00 <sup>c</sup>	22.47 <sup>cd</sup>	49.53 <sup>bc</sup>	.0169 <sup>a</sup>
<i>A. milleriana</i>	66.41 <sup>bc</sup>	20.39 <sup>bc</sup>	46.02 <sup>bc</sup>	.0188 <sup>ab</sup>
<i>B. unguolata</i>	54.17 <sup>ab</sup>	20.03 <sup>ab</sup>	34.14 <sup>ab</sup>	.0462 <sup>bc</sup>
<i>E. cyclocarpum</i>	41.12 <sup>a</sup>	19.66 <sup>bc</sup>	21.47 <sup>a</sup>	.0260 <sup>ab</sup>
<i>Q. peduncularis</i>	38.47 <sup>a</sup>	15.46 <sup>a</sup>	23.02 <sup>a</sup>	.0111 <sup>a</sup>
<i>G. ulmifolia</i>	68.20 <sup>bc</sup>	21.19 <sup>bcd</sup>	17.01 <sup>a</sup>	.0147 <sup>a</sup>
<b>región Norte</b>				
<i>G. sepium</i>	82.12 <sup>b</sup>	30.93 <sup>c</sup>	51.18 <sup>b</sup>	0.077 <sup>c</sup>
<i>G. ulmifolia</i>	73.55 <sup>ab</sup>	21.67 <sup>b</sup>	51.88 <sup>b</sup>	0.058 <sup>b</sup>
<i>E. acapulcensis</i>	73.41 <sup>ab</sup>	37.29 <sup>d</sup>	36.16 <sup>a</sup>	0.0815 <sup>c</sup>
<i>A. milleriana</i>	68.25 <sup>a</sup>	23.20 <sup>b</sup>	45.05 <sup>b</sup>	0.0238 <sup>a</sup>
<i>E. goldmanii</i>	66.27 <sup>a</sup>	15.82 <sup>a</sup>	50.45 <sup>b</sup>	0.713 <sup>bc</sup>

ternativo del mejoramiento de los sistemas actuales o la introducción de nuevas prácticas en las unidades de producción en las regiones en estudio (Soto 1997). También para promover la conservación de las especies autóctonas ya que existirá siempre un peligro potencial de extinción de estas especies debido a un posible sobreuso (Mtengeti & Mhelela 2006).

El presente trabajo demostró que la mayoría de las características de los árboles forrajeros que fueron mencionados por los productores, como indicadores de su valor forrajero, fueron basadas en atributos físicos y que son fácilmente observados por los productores (Tabla 3). Esto indica un alto grado de empirismo en el conocimiento local y que los indicadores utilizados no son capaces de diferenciar nuevos tipos de árboles forrajeros o nuevos usos.

Poco se valoró el hecho de que estas especies tienen facilidad de propagación y más aún del impacto benéfico que éstas tienen sobre la producción animal. Respecto a composición química (Tabla 4) se aprecian diferencias entre las especies seleccionadas por su mención forrajera. Estas diferencias en la calidad nutritiva entre especies arbóreas son un indicativo de las variaciones en el aporte de nitrógeno degradable en el rumen y de energía para la síntesis de proteína microbiana, así como también en el flujo de nutrientes a sitios post-ruminales (Ramana *et al.* 2000).

La concentración promedio de PC (19.0%) en el follaje de las especies evaluadas presentó niveles aceptables, superando ampliamente el contenido de este nutriente que poseen los pastos de la región. Al respecto, Pinto (2002) ha determinado concen-

traciones promedio de PC de 6.5 % y en los mejores casos no exceden a 10 %. Los antecedentes de estos valores reducidos de PC en las gramíneas de la región sumado a los bajos niveles de digestibilidad que oscilan entre 45 a 60 % (Pinto 2002) explicarían en gran parte los bajos índices productivos en la ganadería local. Los resultados muestran que 10 de las especies identificadas en este estudio presentaron valores superiores a 12 % de PC, nivel recomendado para la elección de especies leñosas forrajeras ya que aportan los niveles de nitrógeno requerido por los rumiantes (Norton 1994a). Reportes en la literatura señalan que altas concentraciones de FDN en forrajes se asocia con un menor consumo, y alta concentración de FDA se asocia con baja digestibilidad ruminal (El Hassan *et al.* 2000). Sin embargo, los valores promedio de fibra contenidas en las especies estudiadas fueron relativamente bajas (40 % FDN y 30 % FDA) con relación a los niveles promedio observados por Minson (1990) en pastos tropicales. En los análisis de fibra se observó un amplio rango de variación entre las especies analizadas, siendo esto congruente con los resultados obtenidos por Reed (1986) en otro estudio con follaje de leñosas. Norton (1994a) por su parte indica que cuando los niveles de FDN en especies arbóreas oscilan alrededor del 40 % deben ser considerados como adecuados por su potencial digestibilidad, por tanto, alrededor del 50 % de las especies estudiadas se encuentran dentro de este parámetro.

Las variaciones en el contenido de fracciones de fibra en las leñosas analizadas podrían atribuirse a un conjunto de variables tales como: características de la especie, sitio de crecimiento y tipo de suelo, edad del árbol y tipo de componente (fruto o follaje) (Larbi *et al.* 1998).

Con respecto al contenido de TCT en los follajes, se destacan por sus mayores contenidos las especies *Acacia*, *L. glauca*, *L. leucocephala*, *C. englediana* y *G. ulmifolia*. Elevados contenidos de TCT podrían afectar los procesos de digestión a nivel ruminal (Kaitho 1997; Salem *et al.* 2006) así como deprimir el consumo (Norton 1994b). Estos compuestos químicos, que son polifenoles, también pueden llegar a afectar negativamente el valor nutritivo de los forrajes si están en altos porcentajes (Norton

1994b).

Con relación a los resultados obtenidos de degradabilidad en las tres regiones de estudio (Tabla 5), se observa que especies como *G. sepium*, *F. glabrata*, *P. edulis*, *L. leucocephala*, *T. stans*, *L. glauca*, *A. milleriana* y *E. goldmanii*, poseen características que le permiten aportar nutrientes a nivel ruminal de manera inmediata (a) y a través del tiempo (b) siempre y cuando la permanencia en el rumen no sea una limitante. Estas acciones podrían mejorar el ecosistema ruminal, lo cual repercutiría favorablemente en la actividad microbiana, degradación de sustratos y consumo voluntario (Harrison & McAllan 1980). Contrariamente, *E. cyclocarpum* y *Q. peduncularis* con valores bajos de a+b indican su bajo aporte ruminal de nutrientes, los cuales, pasaran a tracto bajo para hacerse ahí disponibles para el animal (Kaitho 1997). Los valores encontrados en todos los casos se encuentran dentro de los rangos publicados por diferentes autores (Balogun *et al.* 1998; Jiménez 2000; Pinto 2002). Los resultados obtenidos muestran de forma preliminar la presencia de 17 especies arbustivas y arbóreas nativas, con alto potencial de uso en sistemas silvopastoriles. Estas especies representan una estrategia productiva para hacer más eficiente el uso de la tierra; lo cual sumado a los conocimientos que los productores han acumulado durante años acerca de sus usos, representan una fuente rica de información y experiencia que ahora se empieza a valorar.

De manera general sobresalieron por su importancia las especies *Guazuma ulmifolia*, *Parmetiera edulis*, *Cordia dentata*, *Pithecellobium dulce*, *A. milleriana*, *Quercus* sp., *Erythrina goldmanii* y *Gliricidia sepium*. 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 TCC y que tengan valores de degradación aceptables, hacen que el uso de estas especies en la ganadería sea promisorio.

## AGRADECIMIENTOS

El autor principal agradece a la Secretaria de Educación Pública a través del Programa de Mejora-

miento del Profesorado (PROMEP) por el financiamiento proporcionado al proyecto "Establecimiento y Contribución de un Sistema Silvopastoril en Bovi-

nos" como parte de las actividades del Cuerpo Académico en Consolidación en Agroforestería Pecuaria.

## LITERATURA CITADA

- Anónimo (2001) SAS user's guide: Statics. 8th ed. SAS Institute. Cary, N. C. Archivos en CD-ROM.
- AEC (2004) Anuario Estadístico de Chiapas. Gobierno del estado de Chiapas. 87 pp.
- AOAC (1990) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 15th ed. Washington, DC USA 1018 pp.
- Balogun RO, Jones RJ, Colmes HG (1998) Digestibility of some tropical browse species varying in tannin contents. *Animal Feed Science and Technology* 76(1-2): 77-88.
- Camacho D, Nahed J, Ochoa S, Jiménez G, Soto L, Grande D, Pérez-Gil F, Carmona J, Aguilar C (1999) Traditional knowledge and fodder potential of the genus *Buddleia* in the Highlands of Chiapas, Mexico. *Animal Feed Science and Technology* 80(2): 123-134.
- Castillo MA (2003) ¿Qué está pasando con los bosques y selvas en Chiapas?. *ECO-fronteras*. El Colegio de la Frontera Sur. *ECOSUR* 26: 13-15.
- Dzowella B, Hove L, Topps J (1995) Nutritional and anti-nutritional characters and rumen degradability of dry matter and nitrogen for some tree species with potential for agroforestry in Zimbabwe. *Animal Feed Science and Technology* 55: 207-214.
- El-Hassan SM, Lahlou A, Newbold CJ, Wallace J (2000) Chemical composition and degradation characteristics of foliage of some African multipurpose trees. *Animal Feed Science and Tecnology* 86(1-2): 27-37.
- FAO (1994) FAO Production Year Book. Vol 48. FAO Statiscs Series No. 76. Rome. Italy.
- FAO. (1992) Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. Proceedings of the FAO expert consultation. Held at Malasyan Agriculture. Research and Development Institute. Kuala, Lumpur, Malasya. 410 pp.
- Fick KR, McDowell LR, Miles PH, Wilkinson NS, Funk JP, Conrad JH, Valdivia R (1979) Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. Animal Science Department. Universidad de Florida. USA. 80 pp.
- García DE, Medina GM (2006) Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Tropical* 24(3): 233-250.
- García E (1989) Modificación del sistema de clasificación climática de Kopen. 5a. Ed. Editado por el Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp 96.
- Gaviño TG, Juárez LC, Tapia HH (1972) Técnicas biológicas seleccionadas de laboratorio y campo. Limusa. México, DF. 123 pp.
- González GJC, Madrigal SX, Ayala BAJ, Juárez CA, Gutiérrez VE (2006) Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la región de Tierra Caliente del estado de Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development* (18) 8. <http://www.cipav.org.co/1rrd18/85g1z188.html>.
- Harrison DG, Mcallan AB (1980) Factors affecting microbial growth yields in the reticulorumen. In: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. MTP Press, Lancaster, England, Great Britain. pp. 205-226.

- Jiménez FG (2000) Potencial de árboles y arbustos forrajeros en la región maya-tzotzil del norte de Chiapas, México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México. 229 pp.
- Kaitho RJ (1997) Nutritive value of browses as protein supplement(s) to poor quality roughages. Tesis Ph. D. Department of Animal Nutrition. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. 190 pp.
- Larbi A, Smith JW, Kurdi, IO, Adenkule AM, Ladipo DO (1998) Chemical composition, rumen degradation and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. *Animal Feed Science and Technology* 72(1-2): 81-96.
- Makkar HBP (2003) Quantification of tannins in tree and shrubs foliage. A Laboratory Manual. Klumer Academic Publisher. Netherlands. 102 pp.
- Minson D (1990) Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. San Diego, USA 385 pp.
- Morales A, Aguirre MA, Palma JM (1998) Estudio químico nutricional del follaje y frutos de diferentes especies leñosas en condiciones de trópico seco. En: Memoria del III Taller internacional de sistemas silvopastoriles para la ganadería. EEPF. Matanzas, Cuba. pp. 41-44.
- Mtengeti EJ , Mhelela A (2006) Screening of potencial indigenous browse species in semi-arid central Tanzania. A case of Gairo division. *Livestock Research for Rural Development* (18) 8. <http://www.cipav.org.co/lrrd18/83/mte188.html>.
- Murgueitio E, Ibrahim M (2007) Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. *Livestock Research for Rural Development* (13) 3. <http://www.cipav.org.co/lrrd13/3/mur133.html>.
- Norton BW (1994a) The nutritive value of tree legumes. In: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. C. Gutteridge and H. Shelton (eds). CAB international, UK. pp. 177-192
- Norton BW (1994b) Antinutritive and toxic factors in forage tree legumes. In: Gutteridge RC, Shelton HM (Eds). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, UK. CAB International pp. 202-215.
- Ørskov EF, Howwell D, Mould F (1980) The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuff. *Trop. Animal Production* 5: 195.
- Palma JM (2005) Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* Vol. 14 (3): 95-104.
- Pezo P, Kass M, Benavides J, Romero F, Chávez C (1990) Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Devendra C. (ed). Shrubs and tree fodders for farm animals. Proceedings Workshop held in Denpasar, Indonesia IRDC. Ottawa, Canada. pp. 163-165.
- Pinnars E, Balasubramanian V (1991) Use of the iterative diagnosis and desing approach in the development of suitable agroforestry systems for a target area. *Agroforestry Systems* 15: 183-201.
- Pinto RR (2002) Árboles y arbustos con potencial forrajero del centro de Chiapas. Tesis de Doctorado en Ciencias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México. 315 pp.
- Ramana DBV, Sultan S, Solanki KR, Negi AS (2000) Nutritive evaluation of some nitrogen and non-nitrogen fixing multipurpose tree species. *Animal Feed Science and Tecnology* 88(1-2): 103-111.
- Reed JD (1986) Relationships among phenolics, insoluble proanthocyanidin and fiber in east African browse. *J. Range Management* 39: 5-7.

- Salem ZM, Salem MZM, El-Adawy MM, Robinson PH (2006) Nutritive evaluations of some browse tree foliage during the dry season: secondary compounds, feed intake and in vivo digestibility in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology* 127(3-4): 251-267.
- Schroth G, Da-Fonseca GAB, Harvey CA, Gascon C, Vasconcelos HL, Izac N (2004) *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, Washington EU. 520 pp.
- Sheaffer J, Mendenhall A, Ott R (1987) *Muestreo Estadístico*. Editorial Latinoamericana. México. DF. 250 pp.
- Sosa EE, Pérez RD, Ortega RL, Zapata BG (2004) Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México* 42(2): 129-144.
- Soto PL (1997) Plantas útiles no convencionales para el desarrollo de los sistemas productivos. En: *Los Altos de Chiapas: Agricultura y Crisis Rural*. Manuel R. Parra y Blanca M. Díaz (eds). ECOSUR. San Cristóbal las Casas, México. pp. 119-147.
- Steel RG, Torrie JH (1988) *Bioestadística. Principios y Procedimientos*. 2a, ed., McGraw Hill. México DF. 371 pp.
- Tedonkeng EP, Boukila FA, Fonteh F, Tendonkeng F, Kana JR, Nanda AS (2007) Nutritive value of some grasses and leguminous tree leaves of the Central region of Africa. *Animal Feed Science and Technology* (135) 3-4: 273-282.
- Thorne PJ, Subba DB, Walter DH, Thapa B, Word CD, Sinclair FL (1999) The basis of indigenous knowledge of tree fodder quality and its implications for improving the use of tree fodder in developing countries. *Feed Science and Technology* 81(3-4): 110-131.
- Van Soest PJ, Robertson J, Lewis B (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Zamora S, García J, Bonilla G, Aguilar H, Harvey C, Ibahim M (2001) Uso de frutos y follaje arbórea en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería de las Américas* 8(31): 107-126.

