73

2ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN

"COMPOSICION QUIMICA-NUTRICIONAL DE ALGUNOS ARBOLES COMO ALTERNATIVA ALIMENTARIA PARA RUMIANTES EN EL TROPICO SECO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

ADRIANA MORALES TREJO

Asesores: DR. JOSE MANUEL PALMA GARCIA
M. C. MAGDALENA GUERRERO CRUZ
QUIM. MA. ANTONIETA AGUIRRE GARCIA

Cuautitlán Izcalli, Edo de Méx. 1998

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA F.E.S.-CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Ing. Jaime de Anda Montañez
Jefe del Departamento de Exámenes.
Profesionales de la F.E.S.-C

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Composición Química-Nutricional de algunos Arboles como Alternativa Alimentaria para Rumiantes en el Trópico Seco.

que presenta la **pasante:** Adriana Morales Trejo,
con número de cuenta: 9251009-0 **para obtener el TITULO de:**
Médica Veterinaria Zootecnista.

Considerando que dicho tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 6 **de** febrero **de 199**8.

PRESIDENTE	Q.B. Lilian Morfín Loyden	
VOCAL	MVZ. Jesús Guevara Vivero	
SECRETARIO	MVZ. Magdalena Guerrero Cruz	
RIMER SUPLENTE	I.A. Deneb Camacho Morfín	
SEGUNDO SUPLENTE	I.A. Jesús Guevara González	

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores por brindarme su tiempo y ser una guia para la realización de este trabajo.

Al Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por la ayuda prestada.

Al Ing. Rigoberto Flores Virgen, por su invaluable conocimiento de la vegetación del estado de Colima, así como por su apoyo en la recolección e identificación de las especies analizadas.

A mi compañero y amigo Abel Huerta, así como a todos aquellos que participaron directa e indirectamente en la realización de esta tesis.

Dedico esta tesis a mi madre Juanita Trejo por su incondicional ayuda y ejemplo a lo largo de nuestras vidas.

CONTENIDO

I. RESUMEN

Se determinó la composición química nutricional del follaje de 15 especies arbóreas y del fruto de otras 15, las cuales son consumidas por el ganado mayoritariamente durante la época de sequía en el trópico seco mexicano. Las muestras fueron recolectadas en el estado de Colima, para la determinación del análisis químico proximal, fracciones de fibra, digestibilidad *in vitro* de la materia seca y energía bruta; se estimaron la energía digestible y energía metabolizable. En promedio, los resultados fueron 51.11% de materia seca, 12.70% de proteína cruda, 8.96% de extracto etéreo, 6.98% de cenizas, 21.83% de fibra cruda, 49.51% de extracto libre de nitrógeno, 38.34% de fibra detergente neutro, 32.92% de fibra detergente ácido, 12.88% de lignina, 18.10% de celulosa, 5.35% de hemicelulosa, 49.64% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca, 5.44 Mcal/kgMS de energía bruta, 2.68 Mcal/kgMS de energía digestible, 2.19 Mcal/kgMS de energía metabolizable. Entre las especies con mejor potencial en cuanto a su contenido de proteína cruda, digestibilidad, fibra y aporte energético, se observaron *Acacia acatlensis, Heliocarpus terebinthaceus, Crescentia alata, Caesalpinia platyloba, Albizia tomentosa* y *Acacia macilenta.* Las especies con los mejores niveles de proteína y digestibilidad pertenecen a la familia Leguminosae. Se recomienda que antes de utilizar cualquiera de estas especies directamente en la alimentación animal, se lleven a cabo estudios de toxicidad, respuesta animal y manejo agronómico.

II. INTRODUCCION

Los países en desarrollo, particularmente aquellos de la franja tropical poseen más del 50% del inventario de rumiantes del mundo, pero aportan apenas un 20% de la leche y un 25% de la carne que se consume (Avalos *et al.*, 1994). Así, en la República Mexicana, el 25% de la superficie nacional pertenece a esta región, y de ello el 37% tiene potencial ganadero, aportando cerca del 40% de la carne y el 17% de la leche que se produce a nivel nacional (Román, 1991).

La ganadería en el trópico seco mexicano es de tipo extensivo con marcada influencia estacional, la cual, depende principalmente del aprovechamiento de los forrajes producidos durante la época de lluvias, que abarca los meses de julio a septiembre; y se ve restringida por una larga sequía de octubre a junio, durante la cual, la escasez de forraje es la principal limitante de la producción pecuaria en la zona. Esta deficiencia de forraje limita la producción pecuaria en la zona y se presenta debido a que la mayoría de los predios ganaderos son de temporal, determinando una producción estacional (Cervantes y Choisis, 1987).

Para resolver este problema los ganaderos de la región, se ven en la necesidad de alimentar a sus animales con esquilmos y subproductos agrícolas, lo cual no siempre está a su alcance, de manera que el ganado en lugar de ganar peso, lo pierde y permanece en malas condiciones para recuperarse hasta la próxima estación de lluvias.

Por otro lado, es común observar la existencia en el campo árboles de especies nativas que permanecen con follaje durante la sequía y en algunos casos sus hojas y frutos son consumidos por el ganado, los cuales quizás posean un alto valor nutritivo, principalmente en proteína, y que pueden integrarse como parte de la dieta tanto de bovinos como de ovinos y caprinos.

La utilización de árboles es una fuente poco explotada, asimismo, es de considerar los múltiples usos que se tienen de ellos y el valor que representan para los ecosistemas tropicales, razón por la cual, es necesario identificar aquellos de uso forrajero que puedan ser utilizados para la ganadería, con la finalidad de tener una producción sostenible y compatible con los recursos naturales (Palma, 1993; Hernández y Simón, 1994).

Motivo por el cual, el presente trabajo se evaluó la composición química y nutricional de las hojas, frutos y vainas de algunas especies arbóreas consumidas por el ganado, con la finalidad de encontrar fuentes alternas de proteína, fibra y energía para ser utilizadas en la alimentación en el trópico seco.

III. MARCO TEORICO

3.1. LOS ARBOLES EN LA GANADERIA TROPICAL

Los árboles juegan un papel muy importante en la estabilidad de los ecosistemas explotados por el hombre y los animales. Algunos de los beneficios que estas leñosas otorgan a las poblaciones animales son el que les proveen de sombra, creando así un microclima favorable a las plantas, animales y suelo. Pero sin lugar a dudas, el principal beneficio que muchas de estas especies pueden brindar a los animales es, si sus características lo permiten, proveerles de forraje durante los periodos de estrés nutricional como la época de sequía, cuando el valor nutritivo de los pastos y otros forrajes se encuentra disminuido (Klusmann, 1988).

De esta manera en los últimos años se realizan un sinnúmero de trabajos acerca de la utilización de estas especies en la alimentación animal, principalmente a nivel del trópico, donde sus sistemas de producción antagónicos se vuelven muy poco rentables al utilizar, por un lado niveles elevados de concentrados, y por otro gramíneas nativas y residuos de cosechas con bajos niveles nutricionales (Clavero, 1996; Lascano, 1996).

La utilización de los árboles forrajeros como parte integral de las dietas para rumiantes es ya una práctica usual en la mayoría de los países tropicales,

muy particularmente en Centroamérica, donde se utilizan en forma un tanto empírica, a pesar de que no siempre reciben la difusión necesaria (Ojeda, 1996).

Mediante el seguimiento y la observación de diversos hatos de rumiantes en Centroamérica y el Caribe se identificaron alrededor de 200 especies arbóreas consumidas por estos animales, las cuales, poseen una elevada adaptación a suelos y climas diferentes, además de que muchas toleran perfectamente la poda, llegando a producir abundantes niveles de biomasa comestible, algunas de estas especies se utilizan en granjas como fuente de alimento, cerco vivo, abono orgánico, leña y sombra (Benavides, 1991; Simón, 1996).

Varios autores, describieron que entre las especies de árboles mayormente utilizadas se encuentran la Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Morera (*Morus sp*), Amapola (*Malviscus arboreus*), Eritrina (*Erythrina ssp*), Madero Negro (*Gliricidia sepium*); y entre las especies de pasto utilizadas en combinación con estos árboles se observaron el pasto King grass (*Pennisetum purpureum*), Brachiaria (*Brachiaria sp*), Guinea (*Panicum maximum*) (Bustamante y Romero,1991; Oviedo *et al.*, 1994; Russo, 1994).

También se indicó que muchas de estas especies tienen gran arraigo en las comunidades, ya que no sólo son usadas como alimento; por ejemplo el Guachim (*Leucaena leucocephala*), se utiliza para producción de leña, madera y como abono verde; y el Balche (*Lonchocarpus longistylus*), tiene un uso ormanental, para construcción, apicultura y para la elaboración de una bebida antigua del mismo nombre.

Por otra parte, en el estado de Colima, diferentes autores han señalado la importancia de los árboles en la ganadería de la región. Describiendo tanto sus usos como su valor nutritivo (Delgado y Rodríguez, 1995; Palma, 1993; Pérez-Guerrero, 1979).

3.2. SISTEMAS SILVOPASTORILES

Una gran parte del territorio nacional muestra daños por el mal uso de los recursos naturales, la existencia de grandes extensiones de tierras deforestadas y abandonadas o sujetas a un nivel de explotación ínfimo, demuestran lo que en el futuro constituirá la mayor parte del territorio: eriales improductivos, despoblados de la mayoría de los elementos de su flora y fauna original, los cuales habrán perdido la mayor parte del suelo fértil y dejado de cumplir su función reguladora del régimen hídrico (Fontaine, 1981; Vazquez-Yañez y Batis, 1996).

En parte como respuesta a este problema, se han creado los Sistemas Silvopastoriles, en los que el productor del sector agropecuario puede utilizar los árboles nativos, domesticarlos y combinarlos con su sistema de producción, para así obtener beneficios en el ambiente y el suelo, al mismo tiempo que puede obtener diversos productos gracias a las interacciones de sus componentes biológicos (Oviedo *et al.*, 1994; Simón, 1996).

Los sistemas silvopastoriles son una modalidad de los sistemas agroforestales, definidos como una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen tres condiciones fundamentales: 1) existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, 2) al menos uno de los componentes es una leñosa

perenne, y 3) al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas, incluyendo pastos (Somarriba, 1990). De acuerdo con lo anterior, se formularon los sistemas silvopastoriles, en los que se presentan, además de las especies vegetales, un componente animal, de manera que permita la combinación de la actividad pecuaria con la plantación de árboles forrajeros, maderables, para leña y otros usos (Russo, 1994).

Los objetivos de este tipo de sistemas residen principalmente en diversificar la producción agrícola y pecuaria, optimizando el uso del terreno y beneficiándose también de la venta de productos diversos como carne, lana, frutos, postes, madera, forraje, leña, entre otros. De esta forma se logra controlar la agricultura migratoria, así como aumentar el nivel de materia orgánica y fertilidad del suelo, permitiendo el reciclamiento de nutrientes, todo esto en un principio de rendimiento sostenible (Somarriba, 1990).

Los componentes biológicos de un sistema silvopastoril son: árboles y arbustos, pasto, animales, suelo y subsuelo. Las entradas al sistema serían la lluvia, la radiación solar, el bióxido de carbono y el nitrógeno atmosférico; incluyendo los insumos agropecuarios como fertilizantes y plaguicidas. Las salidas son los productos cosechables (carne, leche, lana, madera, leña, frutos, miel y otros). Existen también las interacciones o servicios brindados por los árboles y animales, tales como sombra, disminución del viento, reciclaje de nutrientes, disminución de la pérdida de energía y materiales en el sistema (Bustamente y Romero, 1991).

3.2.1. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

Según su estructura y función principal los sistemas silvopastoriles se clasifican en:

- Cercas vivas- Bancos de proteína o energía
- Leñosas perennes como barreras vivas en áreas de pendiente, como parte de un sistema de "corte y acarreo" para la suplementación de ganado estabulado.
- Sistemas de cultivo en callejones con leguminosas arbóreas o arbustivas intercaladas con forrajeras herbáceas como cobertura.
- Cortinas rompevientos en fincas ganaderas.
- Pastoreo en matorrales.

(FIRA, 1997).

3.2.2. VENTAJAS DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y EL USO DE ARBOLES

La utilización de este tipo de sistemas maximiza el uso de la tierra para la actividad agrícola y pecuaria, constituyendo un sistema ecológico al no alterar el equilibrio del sitio donde se desarrolla, gracias a la capacidad de los árboles de convivir con los pastos que crecen a su alrededor, de manera que contribuye a la biodiversidad (Clavero, 1996; Russo, 1994).

El cultivo de los árboles en estos sistemas permite un mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas del suelo, siendo excelentes fertilizantes gracias al reciclaje de nutrientes, dado por la incorporación de materia orgánica al suelo. De

igual manera muchos árboles, principalmente las leguminosas, poseen la característica de contribuir con la fijación del nitrógeno atmosférico al suelo. Los árboles también ayudan a controlar la erosión hídrica y eólica, así mismo, contribuyen a la regulación de la temperatura en las zonas de cultivo proporcionando, al mismo tiempo, sombra para el ganado (Febles *et al.*, 1996; Poulsen, 1985).

El beneficio económico que se obtiene con la instalación de estos sistemas fue descrito por Holmann y colaboradores en 1992 y por Urdaneta en 1996. Estos autores observaron un ahorro de alrededor del 55% al comparar la inversión en efectivo (establecimiento y mantenimiento del primer año), de un banco de proteína con leñosas contra el costo en efectivo del alimento concentrado necesario para 100 vacas, al usar el banco de *Erythrina*, la proteína fue 750% más barata que la proteína de harina de soya, así también, el establecimiento por hectárea de una pradera de gramíneas fue similar cuando ésta se asoció con especies arbóreas.

Pero sin duda, el principal beneficio en estos sistemas es el tener un mayor rendimiento por hectárea, y al mismo tiempo se estarán cosechando una gran diversidad de productos, tanto animales como vegetales, dentro de un mismo terreno, maximizando así el uso de la tierra y teniendo con ello un mayor beneficio económico derivado de la venta de todos los productos recolectados (Russo, 1994).

3.3. CONDICIONES GENERALES DE LOS ARBOLES FORRAJEROS

Para que un árbol o especie arbórea pueda ser elegida para la producción de forraje requerirá cumplir con ciertos requisitos:

- Poseer un contenido de nutrientes adecuado para incrementar los parámetros productivos del animal, o al menos igualarlos al empleo de fuentes convencionales.

- No ser tóxica ni provocar daño en el metabolismo del consumidor.

- Ser palatable y bien aceptada por los animales.

- Poseer una baja tasa de pasaje a través del rumen.

- Tener una alta producción de biomasa, principalmente después de la poda, corte ó ramoneo.

- Tener alta producción de semilla.

- Tener reproducción vegetativa.

- Preferentemente ser una especie nativa o con buena adaptación a diferentes tipos de clima y suelo, así como tener un crecimiento rápido al establecerse.

- No requerir fertilización, o sólo en pequeñas cantidades.

- Tener un sistema radicular profundo, que le permita obtener agua suficiente del subsuelo.

- Ser fijadora de nitrógeno atmosférico.

- Tener diferentes propósitos agropecuarios además de la producción de forraje.

(Benavides, 1991; Febles *et al.*, 1996; Simón, 1996).

3.4. CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE LOS ARBOLES FORRAJEROS

Las plantas leñosas constituyen una fuente importante de alimento para el ganado y la vida silvestre, siendo, principalmente en el caso de las leguminosas, su valor nutritivo superior al de otras especies. En las zonas áridas y semiáridas estas especies aportan más del 80% de la proteína de la ración durante la época seca, cuando pueden subsanar la escasez de forraje incrementando la productividad animal (Baumer, 1992).

En general el follaje de las especies forrajeras arbóreas llega a presentar en base seca concentraciones altas de proteína cruda, alcanzando del 14 al 30%, igualmente presentan niveles altos de energía y digestibilidad del 50 al 70%, alcanzando una digestibilidad ruminal de las proteínas del follaje niveles del 65 al 80%. Las concentraciones de minerales y disponibilidad energética son superiores a las observadas en gramíneas forrajeras tropicales, con frecuencia, los contenidos de P, Cu, Zn, y Na en los follajes son relativamente bajos y la relación Ca/P es alta (Escobar, 1996).

Sin embargo, en una revisión llevada a cabo por el FIRA en 1997, se mencionó que el 75% de la fracción nitrogenada encontrada en *Erythrina sp* y *Gliricidia sepium* corresponde a compuestos de nitrógeno no proteico, lo cual puede limitar su uso en monogástricos. Así mismo, una buena porción de su nitrógeno insoluble está ligado a la fibra detergente ácido, por lo tanto, es de baja disponibilidad para los animales que la consumen. Estas características pueden ser aplicables a muchas otras especies de leñosas perennes.

La disponibilidad energética del follaje en muchas especies arbóreas es similar o superior a la observada en gramíneas tropicales, sin embargo, algunas

de ellas muestran una degradabilidad ruminal baja, por poseer altos contenidos de taninos (FIRA, 1997).

3.4.1. FACTORES ANTINUTRICIONALES

Estos follajes pueden presentar otros metabolitos secundarios con efectos detrimentales en la digestibilidad, el consumo y el comportamiento animal, los cuales se denominan factores antinutricionales.

Los factores antinutricionales se pueden definir como todas aquellas sustancias que son generadas por el metabolismo de las especies, las cuales por diferentes mecanismos ejercen una acción negativa en la nutrición de los animales que los consumen. Esta acción se puede observar con la inactivación de algunos nutrientes, disminución del consumo o de los procesos digestivos, disminución en la utilización metabólica de los nutrientes, o bien, con efectos negativos en el metabolismo general de quien los consume (Kumar, 1992).

Se sabe que estos compuestos son productos químicos de las plantas, los cuales no están involucrados directamente en el metabolismo de las mismas, sino que son productos secundarios que actúan como mecanismo de defensa contra el ataque de hongos e insectos, pero que también pueden afectar a otros animales y al hombre, alterando así su valor forrajero (Norton, 1994).

Se encuentran gran cantidad de factores antinutricionales, entre los que se pueden citar los siguientes:

- Aminoácidos no proteicos: mimosina, indospecina.
- Glucósidos: cianogénicos, saponinas.

- Fitohemaglutininas: ricina, robina.
- Compuestos polifenólicos: taninos, lignina.
- Alcaloides: N-metil-B-fen-etilamida, sesbanina.
- Oxalatos.

(Kumar, 1992).

Actualmente, se conocen muchos de estos factores presentes en especies forrajeras, como en el caso de la *Leucaena* que contiene mimosina, los alcaloides del género *Erythrina*, la cumarinas y taninos de la *Gliricidia*, las saponinas del género *Sesbania*, los glucósidos cianogénicos presentes en varias especies del género *Acacia*, e inhibidores de la tripsina en el género *Caesalpinia* y *Lysiloma* (FIRA, 1997; Norton, 1994). Por lo tanto, es importante llevar a cabo estudios toxicológicos de las especies que pretendan utilizarse o ya estén siendo utilizadas para la alimentación animal, de manera que puedan seleccionarse variedades menos dañinas y establecerse los niveles adecuados de suplementación en cada una de ellas (Sotelo *et al.*, 1980).

No obstante, se demostró que dentro de estos compuestos existen algunos con efectos benéficos para la nutrición, como es el caso de los taninos, los cuales en bajas concentraciones contribuyen a evitar las pérdidas de nitrógeno por degradación en el rumen, al formar complejos con las proteínas de los alimentos presentes en la dieta, permitiendo su paso directo a las partes más bajas del tracto digestivo, donde son mejor aprovechadas (Ojeda, 1996).

También se observó que varias especies de leguminosas contienen saponinas, las cuales pueden eliminar o reducir las poblaciones de protozoarios

en el rumen, y de este modo aumentar el flujo de proteína al intestino delgado (Leng *et al.*, 1992).

3.5. DESCRIPCION BOTANICA DE LAS ESPECIES ANALIZADAS

3.5.1. Acacia acatlensis

Nombres comunes: espino monte, espino blanco, guayulote.

Familia: Leguminosae.

Descripción: Arbol de 6 a 12 m, generalmente desarmado o armado con espinas cortas. Madera color amarillo. Hojas compuestas de 10 a 12 cm de largo con 5 a 12 pares de pinnas de 3 a 6 cm de largo y de 20 a 45 pares de hojuelas de 2 a 5 mm de longitud por 1 mm de ancho. Flores con estambres abundantes en color crema o blancas de 1 cm colocadas en racimos de 6 a 9 cm. Florece de febrero a mayo y fructifica de julio a febrero (Mc Vaugh 1987; Standley 1961).

Se le localiza en los estados de Jalisco a Oaxaca, Veracruz y Yucatán formando parte de la Selva Alta y Mediana Subcaducifolia, acompañada de especies del género *Bursera, Ceiba* y *Lysiloma* en altitudes de 225 a 1200 msnm (Mc Vaugh, 1987; Rzedowski,1981).

3.5.2. Acacia macilenta Nombres comunes: Chacalcahuitl, Chalchacahuite.

Familia: Leguminosae (Mimosoidae)

Descripción: Arbol de 5 a 8 m de altura, casi desarmado o con algunas espinas de 5 a 7 mm; tronco de 7.5 a 12.5 cm de diámetro. Hojas compuestas de 15 a 25 cm de longitud, con 15 a 25 pares de pinnas de 3 a 6 cm cada una con 30 a 40 pares de hojuelas de 4 a 6 mm de longitud por 0.7 a 1.4 mm de ancho. Flores color crema ligeramente perfumadas de 1 cm, con gran cantidad de estambres, colocadas en racimos en las partes más externas de la planta. Fruto vainas de color verde aplanadas de 11 cm de largo y 2 cm de ancho (Mc Vaugh, 1987; Standley, 1961).

Esta especie se observa principalmente en los estados de Jalisco y Colima, aunque también se le encontró en Nayarit, Michoacán, Guerrero y Morelos (Mc Vaugh, 1987) Forma parte de la Selva Mediana Subcaducifolia, acompañada de otras especies de *Bursera, Comocladia, Ipomea* y otras leguminosas en la franja del Pacífico y el interior de los valles en altitudes de 50 a 1250 msnm. Florece y fructifica en los meses de septiembre a mayo (Mc Vaugh, 1987; Rzedowski, 1981).

3.5.3. Acacia pennatula

Nombres comunes: Tepame, quisache, tepano, algarroba, espino.

Familia: Leguminosae (Mimosoidae)

Descripción: Arbol pequeño de 3 a 6 m de alto, corteza escamosa con copa aplanada, copiosamente pubescente, con espinas cortas y robustas. Hojas alternas de 10 a 20 cm de longitud, compuestas por 30 a 50 pares de pinnas,

cada una con 30 a 40 pares de hojuelas oblongas de 1 a 3 mm de longitud. Flores en cabezuelas esféricas amarillas o anaranjadas muy fragantes. con numerosos estambres. Fruto vainas aplanadas de 7 a 13 cm de longitud, color café oscuro y cáscara muy dura que contienen de 6 a 15 semillas. Florece de abril a junio y fructifica de agosto a enero (Mc Vaugh, 1987; Miranda, 1952; Standley, 1961).

En México se le localiza en los estados del Pacífico, desde Sinaloa a Chiapas y de Sonora a Tamaulipas, es una especie de la Selva Baja Caducifolia, Sabanas y Encinares en altitudes de 700 a 2000 msnm (Rzedowski, 1981; Standley, 1961).

La corteza de este árbol se emplea como remedio contra la indigestión y la madera para leña (Standley, 1961).

3.5.4. Albizia tomentosa

Nombre común: Parotilla.

Familia: Leguminosae (Mimosoidae)

Descripción: Arbol de hasta 10 m de altura. Hojas compuestas de 10 a 17 cm de longitud con 3 a 6 pares de pinnas, cada una con 6 a 11 pares de hojuelas elípticas de 8 a 18 mm de longitud. Flores pubescentes blancas de 1.5 a 2.5 cm de diámetro. Fruto de 12 a 15 cm de largo por 2 a 2.5 cm de ancho. Florece de abril a julio y fructifica en diciembre (Mc Vaugh, 1987; Standley, 1961).

En México se le localiza de Jalisco a Oaxaca y en Tabasco y Yucatán, dentro de la Selva Alta Subperennifolia en altitudes de hasta 600 msnm (Mc Vaugh, 1987).

3.5.5. Brosimum alicastrum

Nombres comunes: Mojo, moho, ramón, ojite, capomo.

Familia: Moraceae.

Descripción: Arbol subperennifolio de 35 a 40 m de altura y tronco con diámetro de hasta 1.5 m, derecho, con ramas ascendentes y luego colgantes, copa piramidal y densa. Corteza externa lisa o más frecuentemente escamosa en piezas grandes y cuadradas, gris clara o gris parda, con abundante látex. Hojas alternas simples, de 4 x 2 a 18 x 7.5 cm, ovalo-lanceoladas a ovaladas o elípticas, con el márgen entero, base obtusa y ápice agudo. Flores en cabezuelas verdosas de 1cm de diámetro. Fruto, bayas de 2 a 2.5 cm de diámetro, verde amarillento a anaranjado de olor y sabor dulce, cubiertas por escamas blancas, contienen una semilla de 1.5 a 2 cm de diámetro, maduran de marzo a mayo. Madera de color crema amarillento a pardo amarillento (Niembro, 1986; Pennington y Sarukhan, 1968).

Distribuido en México en la vertiente del Golfo, desde Tamaulipas hasta Yucatán y Quintana Roo y en la vertiente del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas. Habita en altitudes no mayores de 800 msnm. Forma parte de los Bosques Tropicales Perennifolio y Tropical Subcaducifolio. Crece en suelos de textura arcillosa y arcilllo-arenosa, en climas cálido subhúmedo (Pennington y Sarukhan, 1968).

Su producción es de 1 a 4 ton de hoja verde por árbol, en una ha de 150 plantas se puede tener una producción de 15 ton de semilla (Jaramillo, 1994).

Usos: Las hojas y frutos de esta planta se usan con mucha frecuencia como forraje para el ganado en la selva, principalmente bovinos, caprinos, equinos y porcinos, especialmente en época de sequía, se le llega a denominar la "alfalfa arbórea de los trópicos", gracias a que aumenta la producción de leche cuando las vacas consumen su follaje, el cual es una rica fuente de proteínas (Susano, 1981; Jaramillo, 1994).

La madera recibe pocos usos, no obstante, es bastante fácil de trabajar. Las semillas se aprovechan como complemento alimenticio en ocasiones mezclándose con maíz (Susano, 1981; Niembro, 1986; Pennington y Sarukhan, 1968).

3.5.6. Bumelia sp

Nombre común: Huizilacate.

Familia: Sapotaceae.

Descripción: Arbol de hasta 20 m de altura con tronco grueso de 1 m de diámetro, usualmente de menor tamaño, armado con espinas. Corteza oscura café grisácea; madera dura color café o amarilla. Hojas pecioladas oblongas de 2.5 a 8 cm de largo. Flores pequeñas de color verde o blancas fasciculadas laterales o axilares. Fruto subgloboso u ovalado de color negro de 1.5 a 2 cm de

diámetro, sabor dulce y agradable, contiene una semilla (Cronquist, 1945; Standley, 1961).

Se le observó formando parte de la Selva Alta Subperennifolia en el estado de Colima.

3.5.7. Caesalpinia calacaco

Nombres comunes: Palo fierro.

Familia: Leguminosae (Caesalpinoideae)

Descripción: Arbol pequeño de 3 a 4 m de altura con tronco de hasta 40 cm de diámetro y madera rugosa color gris. Hojas compuestas de 10 a 20 cm con 3 a 6 pares de pinnas de 3 a 10 cm, cada una con 3 a 5 pares de hojuelas ovaladas o suborbiculares de 1 a 2.5 cm de longitud. Glabras de 10 a 20 cm con racimos axilares o terminales con muchas flores amarillas o anaranjadas. Fruto vainas color anaranjado, pubescente, lineal-oblongadas de 10 a 15 cm de largo y 1 a 1.5 cm de ancho con 4 a 10 semillas esféricas de 1 cm de diámetro (Mc Vaugh, 1987; Standley, 1961)

En México se le ha visto en los estados de Nayarit a Oaxaca y Puebla, forma parte de la flora de las Sabanas pobremente drenadas en compañía de especies de los géneros de *Crescentia,* y en Selva Baja y Mediana Subcaducifolia en diferentes especies de *Prosopis, Acacia* y *Ziziphus*. Crece en altitudes de 0 a 1000 msnm (Mc Vaugh, 1987).

3.5.8. Caesalpinia coriaria

Nombre común· Cascalote

Familia: Leguminosae (Caesalpinioideae)

Descripción: Arbol de 4 a 11 m de altura, y tronco de hasta 40 cm de diámetro, corteza escamosa y madera rugosa de color gris. Hojas compuestas de 5 a 12 cm con 3 a 6 pares de pinnas de 2 a 5 cm de longitud con 10 a 25 pares de hojuelas de 4 a 8 mm de longitud y 1 a 1.5 mm de ancho. Flores pequeñas en branquias axilares formando racimos, de 1 a 2 cm de longitud. Fruto vainas de 3 a 7 cm de largo color café oscuro lustroso, curveadas o enroscadas. Florece de junio a septiembre y fructifica de agosto a febrero (Standley, 1961).

En México se le ha localizado en los estados de Jalisco a Chiapas formando parte de las Sabanas con especies del género *Crescentia* y *Acacia*, crecen en altitudes de alrededor de 500 msnm, y en la Selva Baja Subperennifolia junto con especies de *Bursera, Amphipterygium* y *Ziziphus* (Mc Vaugh, 1987; Rzedowski, 1981).

Los frutos contienen del 25 al 30% de taninos utilizados localmente en México y otras partes de América Tropical para la curtiduría (Mc Vaugh, 1987; Standley, 1961).

3.5.9. Caesalpinia platyloba

Nombres comunes: Coral, palo colorado.

Familia: Leguminosae (Caesalpinioideae)

Descripción: Arbol de 5 a 10 m de altura, cuyo tronco alcanza los 20 cm de diámetro. Sus hojas, ramas e inflorescencias están cubiertas por una densa capa de vellos de 0.5 a 0.7 mm de longitud. Largas hojas compuestas, con 2 a 3 pares de pinnas de hasta 25 cm de longitud, cada una con 5 a 8 pares de hojuelas oblongas u ovaladas de 4.5 a 8 cm de longitud por 2 a 3.5 cm de ancho, siendo más cortas cerca de la inflorescencia. Flores amarillas en racimos axilares de 8 a 16 cm de longitud. Fruto vainas de color verde o café rojizas aplanadas y delgadas de 10 a 14 cm de largo por 2.5 a 3.5 cm de ancho pendientes en racimos indehiscentes, contienen de 4 a 6 semillas suborbiculares oblongas de 10 a 13 mm de longitud. Florece de marzo a junio y fructifica de julio a diciembre (Mc Vaugh, 1987; Standley, 1961).

En el país se observa en Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrrero y Oaxaca, formando parte de la vegetación de la Selva Mediana Subcaducifolia y en las partes bajas del Pacífico acompañada de algunas especies de los géneros *Cordia, Ficus, Hintonina, Swietenia.* Crece cerca del nivel del mar y hasta altitudes de 700 msnm (Mc Vaugh, 1987; Rzedowski, 1981)

Existe una variante de esta especie cerca de las costas del oeste de Michoacán, Colima y al sur de Jalisco, denominada *C. colimensis*, principalmente cerca de Barra de Navidad, Jalisco, Manzanillo y Laguna de Cuyutlán, Colima. En

la cual los frutos son más pequeños y poseen más vellos a nivel de las suturas, pero no existe mucha diferencia entre estas dos especies (Mc Vaugh, 1987).

3.5.10. Cordia elaeagnoides

Nombres comunes: Solocuahuitl, ocotillo, bocote, cueramo, grisiño.

Familia: Boraginaceae.

Descripción: Arbol de 10 a 20 m de altura y tronco con diámetro de 10 hasta 30 cm, derecho, con ramas gruesas horizontales y copa dispersa. Corteza externa fisurada escamosa pardo grisácea. Madera dura color crema parduzco. Hojas dispuestas en espiral, simples de 6.5 x 3 a 14 x 6.5, con el márgen entero ovaladas a elípticas con abundantes pelos en el envés. Flores actinomórficas de 2 a 2.5 cm de diámetro color blanco crema con cáliz de 6 mm de longitud. Frutos nuececillas hasta de 2.8 cm de diámetro con 4 semillas de 3 mm de largo, que maduran de noviembre a febrero (Pennington y Sarukhan, 1968; Standley, 1961).

En México se localiza en la vertiente del Pacífico desde Jalisco hasta Chiapas Habita en altitudes de hasta 600 msnm dentro de la vegetación de la Selva Mediana Subcaducifolía, dominando en las laderas y cimas de pequeñas lomas sobre suelo somero de origen volcánico, metamórfico y calizo (Pennington y Sarukhan, 1968).

Su madera se utiliza únicamente para leña y construcciones rurales ligeras (Pennington y Sarukhan, 1968; Standley, 1961).

3.5.11. Crescentia alata

Nombres comunes: Cuastecomate, cuautecomatl, guaje cirián, tecomate, morro, ayal. Familia: Bignoniaceae. Descripción: Arbol de 5 a 14 m de altura, de corteza gris, madera pardo pálida, fuerte, fácil de trabajar. Ramas alargadas y extensas. Hojas compuestas de 2 a 9 cm de longitud con 3 hojuelas angostas dispuestas en forma de cruz sobre un pecíolo alado que semeja una hoja. Flores de olor fuerte y desagradable, corola amarillo verdosa con bandas color café, de 6 cm de longitud. El fruto que crece pegado al tronco es de forma globosa u ovoide de 5 a 12 cm de diámetro, e incluso mayor (Miranda, 1952; Standley, 1961).

Este árbol se ha observado en las sabanas de tierra caliente en Baja California y de Sonora hasta Chiapas, Morelos y Veracruz (Standley, 1961).

La madera es usada localmente para elaborar cajones, fustes de sillas de montar, mazas y otros artículos. La cáscara dura de los frutos sirve para hacer jícaras usadas como vasos desde tiempos muy antiguos. La pulpa se usa en medicina popular para curar heridas, como expectorante y en ocasiones como es dulce se deja fermentar para obtener alcohol. Las hojas de este árbol sirven para promover el nacimiento y crecimiento del cabello. El fruto es consumido por el ganado durante la sequía (Miranda, 1952; Standley, 1961).

3.5.12. Enterolobium cyclocarpum

Nombres comunes: Parota, guanacaste, nacaste, guanacastle, orejón, cascabel, sonaja, pich.

Familia: Leguminosae

Descripción: Arbol de 20 a 30 m de altura y diámetro del tronco de hasta 3 m, con tronco derecho y a veces con pequeños contrafuertes en la base, ramas ascendentes y copa hemisférica a veces más alta que ancha. Su corteza es lisa a granulosa de color gris clara a parduzca. Madera casi blanca. Ramas jóvenes verde a moreno grisáceo. Hojas dispuestas en espiral, bipinnadas, de 15 a 40 cm de largo incluyendo el pecíolo, con 5 a 10 pares de folíolos secundarios, hojuelas de 10 x 3 a 16 x 4 mm, linear-lanceoladas, asimétricos, con el márgen entero y ápice agudo. Flores blancas en cabezuelas axilares. Frutos, vainas de 7 a 12 cm de diámetro, aplanadas y enroscadas, leñosas, moreno oscuras, brillantes, de olor y sabor dulce; conteniendo numerosas semillas ovoides aplanadas de 2.3 x 1.5 cm, morenas y brillantes, rodeadas por una pulpa fibrosa y dulce (Pennington y Sarukhan, 1968).

Se encuentra ampliamente distribuido en Selvas Medianas Subcaducifolias y Caducifolia, en la vertiente del Golfo desde el sur de Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, y en el Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas (Pennington y Sarukhan, 1968).

Es una especie ampliamente protegida por el hombre al ser utilizada como árbol de sombra en áreas ganaderas o agrícolas donde, se le encuentra con abundancia, llegando un sólo árbol a cubrir más de 100 m2 de sombreadero (Jaramillo, 1994).

Debido a la altura de esta especie el ganado no alcanza a ramonear y el follaje no es muy apetecido por el vacuno; en cambio, las vainas sí son altamente aprovechadas ya sea directamente del suelo, cuando el árbol las tira en la temporada seca o mediante una colecta, moliéndose posteriormente para obtener concentrados proteicos (Susano, 1981; Jaramillo, 1994). Se estima la producción de un árbol en más de 200 kg de vainas anuales (Jaramillo, 1994).

Su madera es muy apreciada para la fabricación de muebles y embarcaciones. La corteza contiene tanino y sirve para curtir pieles. Los frutos verdes son astringentes y se usan en medicina casera en casos de diarrea. El tronco exuda un líquido que se emplea como remedio contra la bronquitis (Niembro, 1986; Pennington y Sarukhan, 1968).

3.5.13. Ficus spp

Nombres comunes: Higuera, higuerón, higuera blanca, tescalama, salate, amate, matapalo, camichín

Familia: Moraceae.

Este género es uno de los más notables de la flora tropical americana, sus especies son muy conocidas en México por los nombres vulgares de "higueras" y "amates" (Gómez, 1966).

Descripción: Arboles grandes de hojas enteras. Flores pequeñas que crecen dentro de un receptáculo globoso con una apertura muy pequeña en el ápice. La mayoría de las especies de ficus mexicanas son de crecimiento

hemiparásito, es decir, inician su crecimiento sobre otras plantas o árboles desarrollando raíces aéreas que posteriormente llegan al suelo, así el ficus seguirá desarrollándose sobre su hospedero hasta que éste muere, razón por lo cual se les conoce también por el nombre de "matapalo". De esta manera estos árboles alcanzan tallas enormes, siendo muy apreciados como árboles de sombra (Standley, 1961).

El fruto de estas especies es consumido por una gran variedad de aves y animales domésticos. Las raíces y látex de algunos de éstos árboles son utilizadas en medicina natural como purgante, en el tratamiento de fiebres y para el tratamiento de úlceras La corteza fue utilizada desde los aztecas para elaborar papel. La madera es suave y ligera, de bajo valor, usada para elaborar muñecos o artículos decorativos; los troncos se utilizaban para elaborar canoas (Standley, 1961).

En el estado de Colima existe una gran diversidad de especies pertenecientes a este género, los cuales no han sido identificados plenamente, de ellos se conocen sus nombres comunes, pero se sabe que muchos de ellos forman parte de los potreros cumpliendo la función de sombreadero, ya que su copa alcanza una gran cobertura.

3.5.14. Guazuma ulmifolia

Nombres comunes: Guácima, cuaulote, aquiche, pixoy (Pennington y Sarukhan, 1968).

Familia: Sterculiaceae (Niembro, 1986).

Descripción: Arbol de hasta 20 m y 70 cm de diámetro en el tronco, normalmente de menor talla; tronco derecho y copa dispersa. Corteza externa ligeramente fisurada, color pardo grisácea. Madera color crema amarillento. Ramas jóvenes color pardo a verdosas con abundantes pelos estrellados. Hojas alternas simples, ovaladas, oblongo-lanceoladas o lanceoladas de 3 x 1.5 a 13 x 6.5 cm. Flores amarillas o color crema de 5 mm de diámetro, florece casi todo el año, principalmente de abril a octubre. El fruto es una cápsula ovoide de 3 a 4 cm de largo, abre tardíamente, posee numerosas protuberancias cónicas en la superficie, color moreno oscura a negra; de olor y sabor dulce; contiene numerosas semillas de 2 a 2.5 mm de largo, maduran casi todo el año, principalmente de septiembre a abril (Pennington y Sarukhan, 1968).

Especie componente de la Selva Baja Caducifolia y Mediana Subperennifolia. Se encuentra presente en varios tipos de vegetación y gran diversidad de climas y suelos de origen volcánico o sedimentario. En México se distribuye en la vertiente del Golfo, de Tamaulipas a Yucatán y Quintana Roo; y en el Pacífico de Sonora a Chiapas. Forma parte de la vegetación sabanoide, principalmente en potreros (Niembro, 1986).

El ganado consume hojas y frutas, además de que es una especie melífera. Las personas también consumen los frutos. La madera se usa ocasionalmente como leña o para elaborar herramientas de campo. No se conocen datos de utilización industrial de la madera (Niembro, 1986; Pennington y Srukhan, 1968).

La infusión que se obtiene de la corteza de la guásima se utiliza en medicina casera como remedio para la lepra, elefantiasis, paludismo, afecciones

cutáneas y sifilíticas. En ciertas regiones se cultiva como árbol de sombra y ornato (Niembro, 1986)

3.5.15. Heliocarpus terebinthaceus

Nombres comunes: Majahua, jonote.

Familia: Elaeocarpaceae.

Descripción: Arbol pequeño de 2.5 a 6 m de alto. Corteza un poco lisa de color gris. Ramas tortuosas o estrelladas en forma piramidal, y pilosas por ambas caras Flores pequeñas de 4 a 5 mm de longitud. Fruto densamente cubierto por un plumaje encrespado (Miranda, 1952; Standley, 1961).

Se le ha localizado en los estados de Jalisco a Oaxaca y Chiapas, formando parte de la Selva Mediana Perennifolia (Rzedowski, 1981; Standley, 1961).

3.5.16. Pithecellobium dulce

Nombres comunes: Guamuchil, huamuchil, múchite, frijolillo, coralillo, humo (Niembro, 1986; Pennington y Sarukhan, 1968).

Familia: Leguminosae.

Descripción: Arbol perennifolio de 15 a 20 m de altura y tronco derecho de hasta 60 cm de diámetro, ramas delgadas y ascendentes, copa piramidal. Corteza externa lisa o ligeramente fisurada con bandas horizontales protuberantes. Madera de color crema amarillento claro que cambia a rosado con el tiempo.

Ramas jóvenes con un par de espinas de 7 mm en la base de las hojas. Hojas dispuestas en espiral, bipinnadas, de 2 a 7 cm de largo incluyendo el pecíolo, compuestas por un par de folíolos primarios, cada uno con un par de folíolos secundarios. Inflorescencias axilares de 5 a 30 cm de largo, flores ligeramente perfumadas. actinomorfas. Vainas hasta de 20 cm de largo y 10 a 15 mm de ancho, dehiscentes, enroscadas, péndulas con angostamientos entre las semillas, verde rojizas o rosadas; teniendo numerosas semillas de 7 a 12 mm de largo, ovoides, aplanadas, morenas, completamente rodeadas de un arillo de 20 mm de largo, color blancuzco y dulce. Los frutos maduran de marzo a julio o agosto (Pennington y Sarukhan, 1968).

Especie de amplia distribución en los límites hídricos de las zonas tropicales del país, extensamente protegida y propagada por el hombre. Forma parte del Bosque Tropical Caducifolio y del Bosque Espinoso de los estados de Baja California Sur, Sonora y Sinaloa hasta Chiapas, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro, Morelos, Veracruz y Yucatán. Su amplitud altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm. (Niembro, 1986; Pennington y Sarukhan, 1968).

Varios son los productos que se obtienen de esta especie. La madera se utiliza para leña y carbón, en construcciones rurales y carpintería en general. Es una planta melífera (Niembro, 1986). Las vainas y las hojas se usan como forraje en época de secas, mismas que aprovecha el ganado bovino y caprino por medio del ramoneo (Susano, 1981).

El arillo carnoso que rodea a la semilla es sumamente apreciado en algunos lugares como complemento alimenticio. La semilla contiene 10% de grasa que puede tener aplicación en jabonería y en alimentación. La corteza produce un

tinte amarillo y contiene taninos, por lo que se usa para curtir pieles y como astringente en medicina casera. La goma que mana del tronco diluída en agua se emplea como mucílago. En ciertas regiones se utiliza en programas de reforestación y para la fijación de dunas. También como árbol de sombra y ornato (Niembro, 1986).

3.5.17. Senna atomaria

Nombre común: Vainillo.

Familia: Leguminosae (Caesalpinoideae)

Descripción: Arbol de 5 a 8 m de alto, con tronco de 7 a 15 cm de diámetro. Hojas compuestas de 10 a 20 cm de longitud, con 2 a 3 pares de hojuelas ovaladas o elípticas de 3 a 8 cm de longitud por 2 a 5 cm de ancho. Largas flores amarillas racemosas, con fruto una vaina aplanada de color oscuro de 20 a 35 cm de longitud por 0.8 a 1.2 cm de ancho, conteniendo una gran cantidad de semillas de 4 a 5.3 mm de longitud. Florece de febrero a mayo (Standley, 1961; Mc Vaugh, 1987)

En México se localiza en los estados de Baja California Sur, y de Sinaloa a Chiapas, formando parte de la Selva Baja y Mediana Subcaducifolia con especies de *Bursera* e *Ipomoea*, cerca del nivel del mar y hasta 1950 msnm (Mc Vaugh, 1987; Rzedowski, 1981).

3.5.18. Sideroxylon capiri

Nombres comunes: Capire, tempisque, zapote de ave, tototzapotl.

Familia: Sapotaceae.

Descripción: Arbol grande de corteza café rojiza o café amarillenta. Hojas ovaladas u oblongas de 7 a 16 cm de longitud. Flores amarillas pequeñas y fruto globoso elipsoidal de 3 a 3.5 cm de longitud conteniendo una o más semillas (Standley, 1961).

Este árbol se localiza en los estados de Sinaloa y Jalisco hasta Guerrero, formando parte de la Selva Mediana Subcaducifolia (Rzedowski, 1981).

El fruto es consumido por su sabor dulce, es el sustento de algunas aves (Standley, 1961).

3.5.19. Ziziphus mexicana

Nombres comunes: Asmol, amole.

Familia: Rhamnaceae

Descripción: Arbol de 4 a 9 m de alto con tronco de 5 a 22 cm de diámetro y copa densa. Hojas oblongas elípticas u ovaladas de 3.5 a 8 cm de longitud por 2 a 4 cm de ancho color verde olivo. Flores pequeñas del tamaño de las hojas color café olivo. Fruto globoso en forma de una pequeña manzana de 12 a 15 mm de diámetro, color café rojizo (Johnston, 1963; Standley, 1961).

En México se observa en los estados de Jalisco a Oaxaca, formando parte de la Selva Mediana Subcaducifolia (Rzedowski, 1981).

Los frutos pueden usarse como sustituto del jabón para lavar ropa (Miranda, 1952).

IV. HIPOTESIS

En el trópico seco mexicano existen árboles silvestres cuyas hojas, vainas y frutos constituyen un recurso potencial que puede favorecer la alimentación del ganado de esta región, por sus características químico-nutricionales.

V. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la composición química y nutricional de algunos árboles consumidos por el ganado dentro del trópico seco mexicano.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Recolectar muestras de hojas, vainas y frutos de árboles consumidos por el ganado durante la sequía.

2. Evaluar la composición química de las especies recolectadas en términos de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, y extracto libre de nitrógeno.

3. Evaluar las fracciones de fibra detergente neutro (paredes y contenido celular) y fibra detergente ácido (fibra ácida, lignina, celulosa y hemicelulosa) de las muestras analizadas.

4. Evaluar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de las especies en estudio.

5. Evaluar la energía bruta de las especies en estudio.

VI. MATERIALES Y METODOS

El sitio de recolección de muestras fue el estado de Colima, el cual se encuentra situado en la parte occidental de la República, sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los 103° 29' 20" y los 104° 41' 42" de longitud oeste, y entre los 18° 41' 17" y los 19° 31' de latitud norte. La altitud en el estado varía entre los cero y los 2000 metros sobre el nivel del mar (SPP, 1981).

El clima dominante en la entidad es el cálido subhúmedo, el cual se presenta principalmente en la región costera y en las zonas bajas del Valle de Tecomán, en el Valle de Colima el calor es menor y conforme asciende a las faldas del volcán la temperatura baja aproximadamente 1.0° C por cada 100 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual en el estado es de 25.3° C, con una mínima de 18.6° C y una máxima de 28.4° C. El tipo de vegetación predominante es Selva Mediana Subcaducifolia (Zamora, 1991).

A partir de encuestas realizadas por Palma (1997) a ganaderos del estado de Colima acerca de la utilización de diferentes árboles, en las que se cuestionó sobre el consumo de éstos o sus productos por los animales, se eligieron 24 especies, de las cuales se evaluó el valor nutritivo o composición química y nutricional. Obteniéndose 6 muestras de hojas de especies leguminosas y 9 de especies no leguminosas, así como 7 muestras de vainas sin semillas, en el caso de especies leguminosas, y 9 muestras de frutos de otras especies, dando un total de 31 muestras analizadas. Previamente las especies ya habían sido identificadas en el herbario de la Universidad de Guadalajara.

En el cuadro 1, se expresan las especies analizadas, la familia a la que pertenecen y la fracción que se estudió de cada una de ellas.

Cuadro 1 Especies analizadas, familia a la que pertenecen y fracción estudiada

N. CIENTIFICO	N. COMUN	FAMILIA	FRACCION
Acacia acatlensis	Espino monte	Leguminosae	Hojas
Acacia macilenta	Chacalcahuitl	Leguminosae	Hojas y vainas
Acacia pennatula	Tepame	Leguminosae	Vaina s/semilla
Albizia tomentosa	Parotilla	Leguminosae	Hojas
Caesalpinia calacaco	Palo fierro	Leguminosae	Vaina s/semilla
Caesalpinia coriaria	Cascalote	Leguminosae	Vaina s/semilla
Caesalpinia platyloba	Coral	Leguminosae	Hojas
Enterolobium cyclocarpum	Parota	Leguminosae	Vaina s/semilla
Pithecellobium dulce	Guamuchil	Leguminosae	Hojas y vaina s/semilla
Senna atomaria	Vainillo	Leguminosae	Vaina s/semilla
No identificado	V de resecala	Leguminosae	Hojas
Brosimum alicastrum	Mojo	Moraceae	Hojas y frutos
Ficus sp	Hig blanca	Moraceae	Hojas y frutos
Ficus sp	Tescalama	Moraceae	Hojas
Ficus sp	Higuera	Moraceae	Frutos
Ficus sp	Salate	Moraceae	Frutos
Bumelia sp	Huizilacate	Sapotaceae	Frutos
Sideroxylon capiri	Capire	Sapotaceae	Hojas
Crescentia alata	Cuastecomate	Bignoniaceae	Frutos *
Cordia elaeagnoides	Solocuahuitl	Boraginaceae	Hojas
Heliocarpus terebinthaceus	Majahua	Elaeocarpaceae	Hojas
Ziziphus mexicana	Asmol	Rhamnaceae	Hojas y frutos
Guazuma ulmifolia	Guásima	Sterculiaceae	Hojas y frutos
No identificado	Peinecillo		Hojas

*Este fruto fue analizado dividido en dos partes, pulpa y cáscara.

Una vez definidas las especies a utilizar, éstas se localizaron y se tomó muestra de 10 árboles de la misma especie, los cuales se buscó que estuvieran a una distancia no menor de 100 metros uno de otro. De cada árbol se muestrearon aproximadamente 200 gr de material comestible, ya fueran hojas, vainas o frutos (Machado y Nuñez, 1994).

Las muestras fueron colocadas en bolsas de plástico negras dentro de cajas térmicas con hielo, una vez identificadas se llevaron al laboratorio y se almacenaron en congelación para su evaluación.

En el laboratorio se realizó la homogenización de las 10 muestras de cada especie y se separaron en paquetes de 200 gramos.

El material de los paquetes se secó en estufa a 55°C durante 24 horas, entonces se determinó el contenido de materia seca parcial (método indirecto descrito por la AOAC en 1980).

Unicamente, en el caso de las vainas de leguminosas, para su análisis les fue retirada la semilla, ya que se observó que los animales que las consumían en forma entera luego eliminaban la semilla a través de las heces, debido a que éstas presentan una testa dura y por lo cual no son digeridas por los rumiantes.

Se procedió a la molienda de las muestras para obtener un diámetro de partícula de aproximadamente 1mm en un molino Willey. Este material se empleó para la determinación del análisis químico proximal, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y energía bruta; los

cuales se llevaron a cabo en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNAM.

La determinación del análisis químico proximal se realizó siguendo las técnicas "oficiales" sugeridas por la AOAC y descritas por Morfín (1982) y Tejada (1983).

Las fracciones de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido se determinaron según la técnica de microdigestión rápida descrita por Waldern (1971), la cual es una adaptación de la técnica original de Van Soest y Wine (1967).

Se obtuvo el valor de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca según la técnica de Tilley y Terry (Tejada, 1983).

La determinación de la energía bruta de estas especies se realizó en un calorímetro con bomba de oxígeno, tipo adiabático de Parr Instruments por la técnica original de 1964 (Tejada, 1983).

A partir de los resultados de energía bruta (EB) y digestibilidad se estimó el valor de la energía digestible (ED) y energía metabólica (EM) de las muestras por medio de las fórmulas del ARC que indican:

ED=Digestibilidad X Energía Bruta

EM=ED X 0.82

(Church y Pond, 1994).

VII. RESULTADOS

A continuación en el cuadro 2 se enlistan los sitios y fechas de recolección de las especies analizadas, así como la etapa fenológica y altitud sobre el nivel del mar de los sitios en los que se realizó la colecta.

Cuadro 2 Datos de localización de las especies recolectadas.

ESPECIE	LOCALIDAD, MUNICIPIO	FECHA	ETAPA FENOLOGICA*	ALTITUD **
				msnm
Acacia acatlensis	Agua Dulce, Villa de Alvarez	31-V-97	Floración tardía	615
Acacia macilenta (fruto)	Los Asmoles, Colima	22-II-97	Etapa de pasta	320
Acacia macilenta (hojas)	Agua Dulce, Villa de Alvarez	31-V-97	Floración tardía	615
Acacia pennatula	La María, Comala	8-III-97	Maduración excesiva	1250
Albizia tomentosa	Agua Dulce, Villa de Alvarez	30-V-97	Floración media	615
Brosimum alicastrum	Comala	24-V-97	Maduración	600
Bumelia sp	Nogueras, Comala	24-V-97	Maduración	650
Caesalpinia calacaco	Loma de Juárez, Colima	25-IV-94	Maduración excesiva	410
Caesalpinia coriaria	Loma de Juárez, Colima	26-IV-97	Maduración excesiva	410
Caesalpinia platyloba	Coquimatlán	15-III-97	Prefloración	320
Cordia elaeagnoides	Peñitas, Comala	7-VI-97	No maduro	340
Crescentia alata	Tepames, Colima	3-V-97	Maduración excesiva	480
Enterolobium cyclocarpum	Tepames, Colima	21-IV-97	Maduración	480
Ficus sp "Higuera"	Cofradía, Comala	26-IV-97	Maduración	1290
Ficus sp "Higuera blanca"	La Becerrera, Comala	26-IV-97	Maduración	1200
Ficus sp "Salate"	Nogueras, Comala	24-V-97	Maduración	650
Ficus sp "Tescalama"	Zacualpan, Comala	7-VI-97	Floración tardía	650
Guazuma ulmifolia	Tecomán	27-V-97	Maduración	30
Pithecellobium dulce	Coquimatlán	2-VI-97	Maduración	320
Senna atomaria	Tecolapa, Tecomán	7-VI-97	Maduración excesiva	160
Sideroxylon capiri	Peñitas, Comala	7-VI97	Floración precoz	340
Ziziphus mexicana	Loma de Juárez, Colima	26-IV-97	Maduración	410
"Peinecillo"	Campo 4, Comala	31-V-97	Prefloracion	1280
"Vainillo de resecala"	Los Asmoles, Colima	22-II-97	Floración tardía	320

*Crampton y Harris, 1979.
**INEGI, 1995.

Los resultados del análisis químico proximal se indican en el cuadro 3, el cual se divide en 3 fracciones, en la primera, se anotan los resultados de seis

especies, de las cuales se analizaron tanto las hojas como los frutos, incluyendo en este término a las vainas de las especies leguminosas; en la segunda, sólo las hojas correspondiente a nueve especies; y en la tercera parte se presentan los resultados del análisis de los frutos correspondientes a otras nueve especies.

En cuanto al contenido de materia seca, en la mayoría de los frutos ésta fue superior al 85%, debido a que se trató de vainas maduras, sin embargo, también se observó un grupo de frutos en un rango inferior al 30% de materia seca, en los casos en que los frutos se recolectaron en fresco. El contenido de materia seca promedio en las hojas fue de 37%, existió una gran variabilidad en este resultado.

Para el contenido de proteína cruda de las hojas, el 13% de las especies presentaron niveles superiores al 25% de proteína cruda, un 47% se encuentra dentro del rango del 15 al 20% de proteína cruda y ocupando niveles inferiores al 10% de proteína cruda únicamente el 7% de las especies estudiadas. Por su parte, el 50% de los frutos presentaron contenidos del 5 al 10% de proteína cruda; únicamente el 13% de las especies sobrepasó el valor del 15% de proteína cruda (Gráfica 1).

Cabe mencionar que de las especies analizadas, aquellas con los niveles más altos de proteína cruda pertenecen en su mayoría a la familia de las leguminosas; resaltando la *Acacia macilenta* y la *Albizia tomentosa*, así como la sapotácea *Sideroxylon capiri*, en los cuales el contenido de proteína cruda fue superior al 20%, lo que representó el 10% del total de muestras analizadas.

En lo que respecta a la fracción extracto etéreo, la cual integra el contenido de grasas, vitaminas liposolubles y pigmentos, entre otros, se obtuvo un promedio de 8.96%. Los niveles más elevados en la fracción extracto etéreo los presentaron las hojas de *Heliocarpus terebinthaceus* (25.74%), el fruto de *Bumelia sp* (21.76%), y las hojas de *Cordia elaeagnoides* (16.95%); los valores inferiores fueron para el fruto de *Enterolobium cyclocarpum* (2.11%) y la cáscara del fruto de *Crescentia alata* (2.07%).

El análisis de las cenizas en las diferentes muestras arrojó un promedio de 6.98% obteniéndose valores superiores para las muestras de hojas con un promedio de 9.64% de cenizas contra 4.49% para las muestras de frutos. Las especies con mayor contenido de cenizas fueron las hojas del *Ficus sp.* "higuera blanca" (20.21%), "tescalama" (13.7%) y *Brosimum alicastrum* (13.81%). Aquellas muestras con menor contenido de cenizas fueron los frutos de *Caesalpinia coriaria* (1.93%) y la cáscara de *Crescentia alata* (1.76%).

En cuanto al contenido de fibra cruda, esta fracción mostró un promedio del 21.83% en todas las muestras, observándose que el 42% de las especies presentaron niveles inferiores al 18% de fibra cruda; sobresaliendo por sus bajos niveles los frutos de *Brosimum alicastrum, Caesalpinia calacaco* y *Caesalpinia coriaria*, y en su nivel superior las hojas de *Acacia macilenta* y la cáscara de *Crescentia alata*.

La fracción extracto libre de nitrógeno, presentó en promedio 49.5% de contenido en todas las especies, el 61.2% de las muestras presentaron niveles del 40 al 60% en este elemento.

Cuadro 3. Resultados del análisis químico proximal de las especies arbóreas del estado de Colima reportados en base seca.

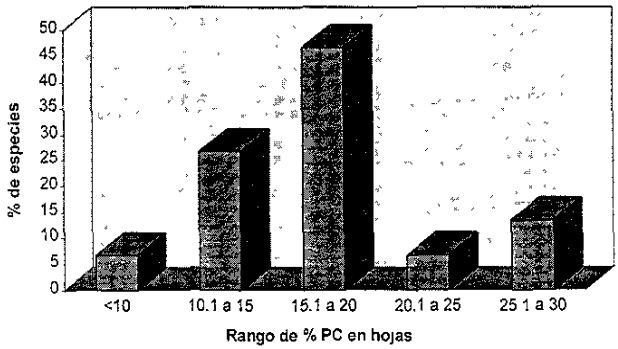
HOJAS Y FRUTOS							
Nombre científico	*	M.S %	P.C. %	E.E. %	CEN %	F C. %	E.L.N. %
Acacia macilenta	Ho	38.26	25.74	7.69	5.52	43.26	17 79
Acacia macilenta	Fr	35.70	19.55	7 47	3.94	16.07	52.97
Brosimum alicastrum	Ho	47 02	13.05	9 77	13.81	15.08	48.29
Brosimum alicastrum	Fr	83 70	10.10	14 55	4.10	4 99	66.26
Ficus sp "Higuera blanca"	Ho	32.43	10 92	10.32	20 21	19.15	39.40
Ficus sp "Higuera blanca"	Fr	29 30	5.86	9 88	6.10	27.46	50 70
Guazuma ulmifolia	Ho	32.96	15.91	4.26	9 46	20.19	50.18
Guazuma ulmifolia	Fr	94 80	9.10	4.55	6 69	26 87	52.79
Pithecellobium dulce	Ho	45 32	16.45	9 44	11 24	37 19	25 68
Pithecellobium dulce	Fr	25.70	9 93	3.73	3 51	9 27	73 56
Ziziphus mexicana	Ho	40.66	17 98	5.80	5.46	22.47	48 29
Ziziphus mexicana	Fr	97.73	6.94	7.18	2.87	36 41	46 60

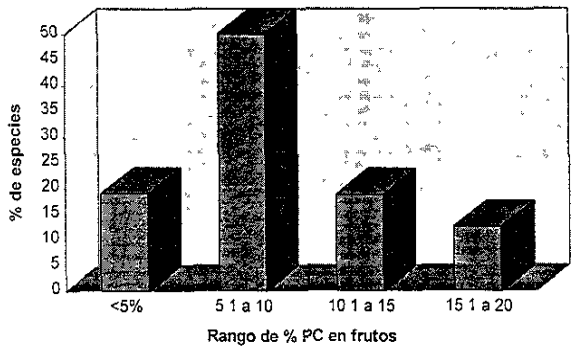
*Parte analizada Ho=hojas
Fr=frutos

HOJAS						
"Peinecillo"	59.28	9.10	10 23	6.13	39.56	34.98
"V. de resecala"	38 30	12.78	5.99	12.12	7.55	61.56
Acacia acatlensis	39 74	19.96	7 06	4 04	21.26	47.68
Albizia tomentosa	40.25	22 25	9.30	5.23	23.90	39 32
Caesalpinia platyloba	27.31	18.81	6.28	12.32	13 91	48 68
Cordia elaeagnoides	29.22	16.95	19.80	12.70	8.34	42.21
Ficus sp "Tescalama"	29.22	12.97	9.10	13.17	16 44	48 32
Heliocarpus terebinthaceus	24.90	19.43	25.74	7.10	21 88	25 85
Sideroxylon capiri	29.63	27.64	4 94	6.11	18.28	43.03

FRUTOS						
Acacia pennatula	95.90	6 12	6.49	2.82	40.49	44.08
Bumelia sp	64.00	7 56	21.76	3 40	15.55	51.73
Caesalpinia calacaco	96.40	3 45	6.79	3.83	3.72	82.21
Caesalpinia coriaria	94.40	4 55	6 47	1.93	0 92	86 13
Crescentia alata (pulpa)	26.00	15.22	14 62	5.38	12 77	52 01
Crescentia alata (cáscara)	65.50	1 89	2 07	1.76	61 21	33 07
Enterolobium cyclocarpum	94 20	10.90	2.11	8 59	19.29	59.11
Ficus sp "Higuera"	17 30	5.90	11.03	6.32	17.58	59.17
Ficus sp "Salate"	22.98	10.23	6.58	6.14	23.71	53.34
Senna atomaria	86.50	6 52	6.86	4.46	32 08	50 08

M S = Materia seca
P C.=Proteina cruda
E.E.= Extracto etéreo
CEN.=Cenizas
F C.=Fibra cruda
E.L.N.=Extracto libre de nitrógeno.





Gráfica 1 Rangos de contenido de proteína cruda (PC) en hojas y frutos.

Los resultados del análisis de las fracciones de fibra se anotan en el cuadro 4 El análisis de la fibra detergente neutro arrojó que el 33% de las hojas mostraron niveles entre el 30 y 35%, y el 40% de las especies mostraron contenidos del 35 al 40% de fibra detergente neutro. Mientras tanto, en los frutos analizados el contenido de esta fracción fue homogénea, mostrando que cerca del 40% de los mismos alcanzaron menos del 30% de fibra detergente neutro y que

los niveles del resto de las especies se encontraron por arriba del 35% e incluso superiores al 50% (Gráfica 2).

Las hojas con menor contenido de fibra detergente neutro fueron *Sideroxylon capiri* y *Pithecellobium dulce* con contenidos del 33.62% y 33.34%, respectivamente; y para los frutos el *Enterolobium cyclocarpum* con 26.12% y el *Pithecellobium dulce* con 23.18% de fibra detergente neuto, demostrando que la especie *P. dulce* puede ser una alternativa interesante por su bajo contenido de fibra. También cabe hacer notar que la mayoría de las muestras analizadas que presentaron los niveles menores de fibra corresponden a especies de leguminosas. Se encontraron cuatro muestras con niveles superiores al 50% de fibra detergente neutro: hojas de *Albizia tomentosa* y *Heliocarpus terebinthaceus*; y el fruto de *Senna atomaria* y la cáscara del fruto de *Crescentia alata.*

Para el contenido de fibra detergente ácido se observó un efecto similar al del caso anterior; en promedio las muestras analizadas presentaron 32.92% de este elemento, menos del 30% de las muestras de este análisis presentaron valores superiores al 40%. Destacando unicamente las hojas del " Vainillo de resecala", y los frutos de *Bumelia sp*, *Brosimum alicastrum*, *Caesalpinia calacaco* y *Caesalpinia coriaria* con menos del 20% de fibra detergente ácido.

Dentro del mismo análisis de fibra se encontró que en promedio las muestras de hojas y frutos arbóreos analizados presentan 12.88% de lignina, 18.10% de celulosa y 5.35% de hemicelulosa. Para el análisis de lignina, al igual que para los restantes, se obtuvo un rango bastante amplio que va del 2.76% para la especie *Caesalpinia calacaco* al 32.40 para *Heliocarpus terebinthaceus*; el rango para la celulosa se sitúa del 4.79% al 49.04; y para la hemicelulosa del 0.06

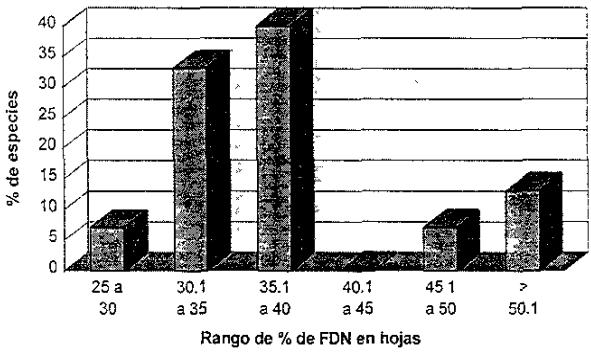
al 26.20%. Así mismo, las especies con los niveles más altos de celulosa mostraron un nivel intermedio en su contenido de lignina y hemicelulosa.

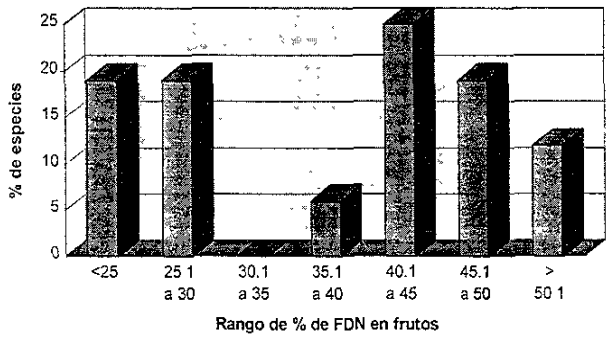
Cuadro 4 Resultados del análisis de las fracciones de fibra de las especies arbóreas en base seca.

HOJAS Y FRUTOS							
Nombre científico		FDN		FDA			
		Pared c.	Cont. c.	Total	Lignina	Celulosa	Hemicel
Acacia macilenta	Ho	39.02	60.98	23.22	10 64	9.86	15.80
Acacia macilenta	Fr	37 50	62.50	29.42	11 12	16.72	8 08
Brosimum alicastrum	Ho	38.76	61.24	34 28	14 12	14 64	4 48
Brosimum alicastrum	Fr	42.72	57.28	16 52	6.44	9 76	26 20
Ficus sp "Hig Blanca"	Ho	34 74	65.26	33.86	9.72	16.38	0.88
Ficus sp "Hig Blanca"	Fr	48.08	51.92	47.60	20.00	25 44	0.48
Guazuma ulmifolia	Ho	38.94	61.06	35.10	14.70	17.78	3.84
Guazuma ulmifolia	Fr	48.16	51.84	42.04	9.64	29.94	6.12
Pithecelobium dulce	Ho	33.34	66.66	30.66	8 38	17 78	2.68
Pithecellobium dulce	Fr	23.18	76.82	20.20	9 02	10 40	2 98
Ziziphus mexicana	Ho	37.34	62.66	32.50	9.58	28 08	4 84
Ziziphus mexicana	Fr	40.02	59.98	36.82	7.76	28.32	3 20
HOJAS							
"Peinecillo"		33.74	66.26	32.76	14 06	18 16	0 98
"Vainillo de resecala"		27.50	72.50	19 22	7.46	9 90	8 28
Acacia acatlensis		45 26	54.74	43.04	27 40	17 70	2 22
Albizia tomentosa		50.80	49.16	33.12	14.06	19 44	17 72
Caesalpinia platyloba		34.50	65.50	27.59	8.96	17.39	6.91
Cordia elaeagnoides		37.34	62.66	36.52	18 21	8.73	0.82
Ficus sp "Tescalama"		39.36	60.64	38.16	13.28	20.14	1 20
Heliocarpus terebinthaceus		56.98	43.02	55 44	32 40	21.22	1 54
Sideroxylon capiri		33 62	66.38	30 58	14 24	15 94	3 04
FRUTOS							
Acacia pennatula		49.18	50 82	49.04	16 44	31.24	0.14
Bumelia sp		27.14	72.86	17 84	9.74	7 64	9 30
Caesalpinia calacaco		11 46	88.54	11.40	2.76	7 24	0 06
Caesalpinia coriaria		9.14	90.86	9.02	3.28	4.70	0.12
Crescentia alata (cáscara)		62.44	37.56	61.02	11 60	49 04	1.42
Crescentia alata (pulpa)		29.20	70.80	20.88	10 30	10 36	8 32
Enterolobium cyclocarpum		26.12	73.88	23 28	8.28	14 78	2 84
Ficus sp "Higuera"		41.24	58 76	40.43	17.16	20.56	0.81
Ficus sp "Salate"		44.72	55.28	44.32	27 56	10 12	0.40
Senna atomaria		65 04	34.96	44 82	11.22	31.76	20.22

Parte analizada Ho=Hojas
Fr=Frutos

FDN=Fibra detergente neutro
FDA=Fibra detergente acido





Gráfica 2. Rangos de contenido de fibra detergente neutro (FDN) en hojas y frutos

En general, los resultados obtenidos en los análisis de digestibilidad *in vitro* de la materia seca fluctuaron en un promedio de 49.70% de digestibilidad. El valor de digestibilidad mayor, 97.72%, lo presentó el fruto de *Caesalpinia coriaria*. Se presentaron casos excepcionales como las hojas de la *Acacia acatlensis*; el fruto de la *Acacia pennatula* y la cáscara del fruto de *Crescentia alata*, en los cuales su digestibilidad fue superior al 70%. Sin embargo el 20% de las muestras analizadas tuvieron digestibilidad inferior al 40% (cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados del análisis de digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

HOJAS Y FRUTOS		
		DIVMS
Acacia macilenta	Ho	41 38
Acacia macilenta	Fr	45.72
Brosimum alicastrum	Ho	42.04
Brosimum alicastrum	Fr	12.27
Ficus sp "Hig Blanca"	Ho	33.28
Ficus sp "Hig. Blanca"	Fr	60.82
Guazuma ulmifolia	Ho	46.48
Guazuma ulmifolia	Fr	56 64
Pithecellobium dulce	Ho	44 82
Pithecellobium dulce	Fr	37.98
Ziziphus mexicana	Ho	46.11
Ziziphus mexicana	Fr	44.75

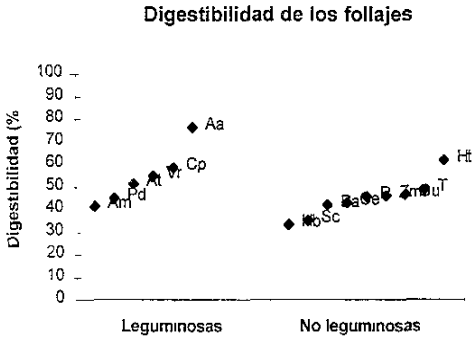
Parte analizada Ho=hojas
Fr=frutos

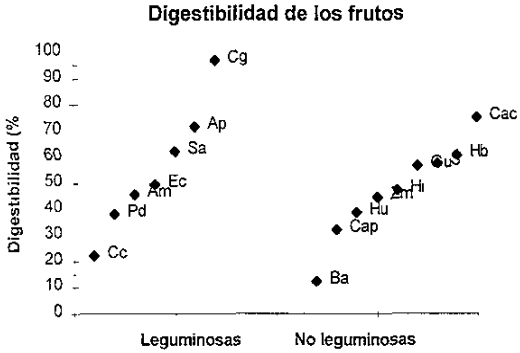
HOJAS	
"Peinecillo"	45 56
"Vainillo de resecala"	54 68
Acacia acatlensis	76.28
Albizia tomentosa	51.42
Caesalpinia platyloba	58.44
Cordia elaeagnoides	43 05
Ficus sp "Tescalama"	48 5
Heliocarpus terebinthaceus	61 91
Sideroxylon capiri	35.25

FRUTOS	
Acacia pennatula	71.52
Bumelia sp "Huizilacate"	38.76
Caesalpinia calacaco	22.05
Caesalpinia coriaria	97.12
Crescentia alata cáscara	75.12
Crescentia alata pulpa	32.37
Enterolobium cyclocarpum	49 54
Ficus sp "Higuera"	47.1
Ficus sp "Salate"	57.64
Senna atomaria	62.32

DIVMS=Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

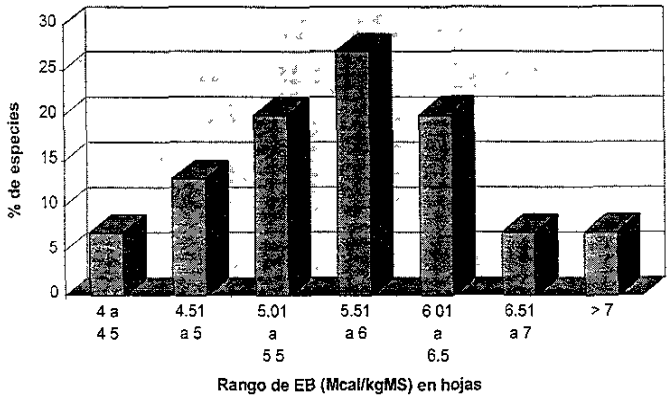
Las especies leguminosas, en general, presentaron una digestibilidad medianamente superior tanto en las hojas como en los frutos, al de las otras especies: 54.83% de digestibilidad promedio en las especies leguminosas contra 46.49% de digestibilidad en las no leguminosas (Gráfica 3).



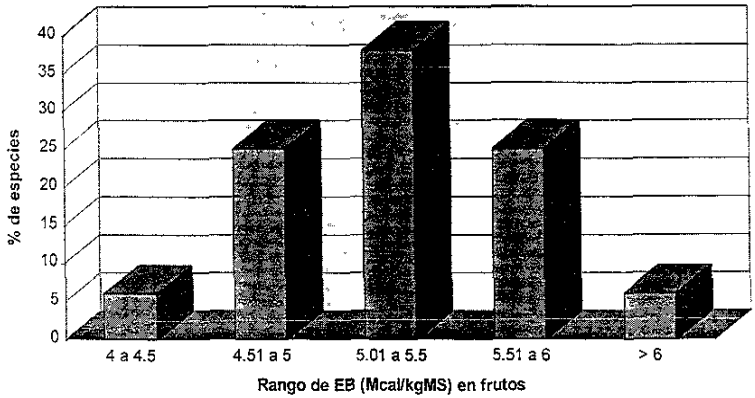


Gráfica 3. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca de las especies analizadas, divididas en leguminosas y no leguminosas. Claves: *Acacia acatlensis* (Aa); *Acacia macilenta* (Am); *Acacia pennatula* (Ap); *Albizia tomentosa* (At); *Brosimum alicastrum* (Ba); *Bumelia sp.*, "Huizilacate'(Hu); *Caesalpinia calacaco* (Cc), *Caesalpinia coriaria* (Cg); *Caesalpinia platyloba* (Cp); *Cordia elaeagniodes* (Ce), *Crescentia alata* cáscara (Cac); *Crescentia alata* pulpa (Cap); *Enterolobium cyclocarpum* (Ec), *Ficus sp.*, "Higuera blanca" (Hb); *Ficus sp.*, "Tescalama" (T"); *Ficus sp.*, "Higuera" (Hi); *Ficus sp.*, "Salate" (S); *Guazuma ulmifolia* (Gu); *Heliocarpus terebinthaceus* (Ht); *Pithecellobium dulce* (Pd); *Senna atomaria* (Sa), *Sideroxylon capiri* (Sc); "Peinecillo" (P); "Vainillo de resecala" (Vr)

En la gráfica 4, se presenta la distribución del contenido de energía bruta de las diferentes especies, ya sea en las hojas o en los frutos. Se encontraron 2 grupos con un mayor número de especies, el primero con el 27% de las hojas con un aporte de 5.5 a 6 Mcal/kg MS; y el segundo con el 38% de los frutos con 5 a 5.5 Mcal/kg MS. Todas las especies dentro de un rango máximo de 7.75 Mcal/kg MS para la especie *Heliocarpus terebinthaceus,* a un mínimo de 4.10 Mcal/kg MS para el fruto de la especie *Caesalpinia coriaria*; con un promedio de 5 44 Mcal/kg MS en el total de las muestras.



}



Gráfica 4. Rangos de energía bruta (EB) en hojas y frutos.

En el cuadro 6, se muestran los resultados energía digestible y energía metabolizable, estimadas por las fórmulas del ARC, a partir de la energía bruta.

En lo que se refiere al contenido de energía digestible y energía metabolizable, éstas se encuentran en valores promedio de 2.72 y 2.22 Mcal/kg MS, respectivamente. La especie que al parecer aporta un nivel mayor de energía metabolizable es *Heliocarpus terebinthaceus* con 3.92 Mcal/kg MS y aquella con el menor nivel de energía fueron las hojas de *Brosimum alicastrum* con 0.46 Mcal/kg MS. Observándose que el tenor de energía para frutos y hojas es muy similar.

Cuadro 6 Resultados de energía bruta, energía metabolizable y energía digestible

HOJAS Y FRUTOS				
Nombre científico		E.B.	E.D.	E.M.
Acacia macilenta	Ho	5.78	2.39	1.96
Acacia macilenta	Fr	5.51	2.52	2.06
Brosimum alicastrum	Ho	5.23	2.19	1.79
Brosimum alicastrum	Fr	4 60	0.56	0 46
Ficus sp "Hig. Blanca"	Ho	4.38	1.45	1 19
Ficus sp "Hig. Blanca"	Fr	5 52	3.35	2.75
Guazuma ulmifolia	Ho	5.96	2.77	2.27
Guazuma ulmifolia	Fr	4.97	2.81	2.30
Pithecellobium dulce	Ho	5.47	2 45	2.01
Pithecellobium dulce	Fr	5.05	1.92	1 57
Ziziphus mexicana	Ho	5 89	2.71	2.22
Ziziphus mexicana	Fr	5.55	2.48	2.03

Parte analizada Ho=hojas
Fr=frutos

HOJAS			
"Peinecillo"	4.65	2.12	1.74
"Vainillo de resecala"	4.78	2.61	2.14
Acacia acatlensis	6.19	4.74	3.84
Albizia tomentosa	6.47	3 32	2.72
Caesalpinia platyloba	6.92	4.04	3.31
Cordia elaeagnoides	5.51	2.37	1.94
Ficus sp "Tescalama"	5.08	2.46	2.02
Heliocarpus terebinthaceus	7.75	4.79	3.92
Sideroxylon capiri	6.46	2.27	1.86

FRUTOS			
Acacia pennatula	5.15	3.68	3.02
Bumelia sp	6 10	2.36	1.93
Caesalpinia calacaco	4 60	1 01	0.83
Caesalpinia coriaria	4.10	3 98	3 26
Crescentia alata cáscara	5.67	4 26	3.49
Crescentia alata pulpa	5.17	1.67	1 36
Enterolobium cyclocarpum	5.33	2.64	2.16
Ficus sp "Higuera"	5 01	2.36	1.93
Ficus sp "Salate"	5 20	2.99	2 45
Senna atomaria	4.85	3.02	2.47

EB=Energía Bruta
ED=Energía Digestible
EM=Energía Metabólica

VIII. DISCUSION

En México se tienen pocos estudios acerca de la utilización de árboles como fuente de alimento para el ganado. En 1981, Susano presenta una lista de 16 especies arbóreas de la flora de Yucatán, entre las que se encuentran el *Brosimum alicastrum, Enterolobium cyclocarpum, Pithecellobium dulce* y *Guazuma ulmiflora*, especies que coinciden con este trabajo, sin embargo el autor sólo mencionó algunas características generales de las especies, y el consumo por hombre y animales, sin mencionar su valor nutritivo ni composición química. Como respuesta a este trabajo, Flores, *et al* (1988), realizó otro estudio a 25 especies del mismo estado, en el que presenta el análisis proximal de las semillas de cada una de ellas.

Debido a que en este estudio se determinó la composición química de especies prácticamente nuevas en el área de nutrición animal, sólo se encontraron referencias de algunas especies que se citan a continuación en el cuadro 7.

En el caso de la vaina de *Enterolobium cyclocarpum* se observaron diferencias entre nuestros resultados y los de Velasco, *et al* (1996) y Palma (1993), ya que este estudio se realizó sin tomar en cuenta la semilla, por lo cual, es razonable que disminuyera el tenor de proteína cruda y aumentara el de fibra cruda, en relación a lo reportado por los otros autores. A este respecto, se conocen varios trabajos como los de Orteganieblas, *et al* (1996), y Flores, *et al*

(1988), quienes encontraron altos nivele de proteína cruda en las semillas de especies leguminosas.

Cuadro 7 Comparación de resultados con otros autores en base seca.

ESPECIE	FRAC.	ANALISIS						AUTOR
		M S.	P.C.	F C.	DIVMS	FDN	FDA	
B alicastrum	hojas	84.90	14.46	19.39				Palma, 1993.
			16.00		59.00			Hdez. y Benavides, 1994
		47.02	13.05	15.08	42.04	38.76	34 28	*
E. cyclocarpum	fruto	94.43	16.16	16.41				Velasco, *et al.*, 1996.
		93 45	15 44	15.48				Palma, 1993
		94 20	10 90	19 29	49 54	26.12	23.28	*
G. ulmifolia	hojas		14.10		53.70			Hdez. y Benavides, 1994.
		29.30	18.80				28.10	Flores, 1994.
		37.00	19.50		54.10	52.80		Araya, *et al*, 1994.
			16.00		58.00			Medina, *et al.*, 1994.
		74.72	16.46	25.70		58.18	39.61	Castro, 1994
		32.96	15 91	20.19	46.48	38 94	35.10	*
G. ulmifolia	fruto	83.96	8 01	49.91		79.73	71.49	Castro, 1994.
			8.40	28 90				Contreras, *et al*, 1992.
		94.80	9.10	26.87	56.64	48 16	42.04	*
P. dulce	hojas	28.30	30.90				25.80	Flores, 1994.
			18.00		52.00			Medina, *et al.*, 1994.
		45.32	16 45	37.19	44 82	33.34	30.66	*

* Resultados del presente trabajo.
M S =Materia seca
P.C.=Proteína cruda
F.C.=Fibra cruda
DIVMS=Digestibilidad *in vitro* de la materia seca
FDN=Fibra detergente neutro
FDA=Fibra detergente ácido.

En general, para las especies comparadas en los análisis de digestibilidad *in vitro* de la materia seca, se obtuvieron calificaciones inferiores a las reportadas por otros autores, y existió una tendencia ligeramente menor en los resultados de fibra, y niveles muy similares en los resultados de proteína cruda y materia seca. La variabilidad del contenido de nutrientes entre nuestros resultados y los de los

autores antes mencionados, puede atribuirse a varios factores, tales como la edad, parte de la planta, estación del año y localización geográfica del árbol muestreado, así como otras características del suelo o ambiente en que éstos se desarrollan (Smith, 1992).

La mayoría de las especies presentaron niveles por encima del 10% de proteína cruda, valor que de cualquier forma supera al de los pastos tropicales, cuyo porcentaje de proteína sólo en algunos casos supera el 9% (Rodríguez *et al.*, 1990).

En lo que se refiere a las fracciones de fibra se observó que únicamente los valores de lignina se encontraron elevados con un promedio de 12.8%; sin embargo, se coincide con Araya, *et al* (1992), quienes al comparar los valores de las fracciones celulares de forrajes arbóreos con las de los pastos, mencionaron que el contenido de pared celular, celulosa y hemicelulosa son inferiores en los forrajes arbóreos, y que por el contrario, el contenido de lignina es superior en éstos últimos, pero de acuerdo con Mc Cammon-Feldman, *et al* (1981), su efecto se reduce debido al bajo contenido de pared celular y a su reducida asociación con la celulosa.

En cuanto a los niveles de digestibilidad *in vitro* de la materia seca, es importante señalar que el 62% de las muestras se ubicó entre el 40 y 60%, lo cual coincide con otros trabajos similares realizados por Araya *et al* (1994) y Mendizábal *et al* (1994), evidenciando que este componente en las leñosas estudiadas fue muy similar. El 19% de las muestras presentaron una digestibilidad inferior al 40%, lo que puede ser una limitante para la producción. Sin embargo, el

23% presentó digestibilidad superior al 60%, lo cual evidencia un buen potencial de estas especies para proveer energía a los animales (Araya *et al.*, 1992).

Con relación a su valor energético, las especies estudiadas pueden aportar en promedio 2.2 Mcal/kg MS de energía metabolizable, en comparación con algunos pastos tropicales en los que sus niveles de energía están cercanos a 2 Mcal/kg MS (Shimada, 1983), de manera que no se encontró gran diferencia. Cabe mencionar que existieron 5 especies con niveles superiores a 3 Mcal/kg MS de energía metabolizable, y que por lo tanto, podrían considerarse excelentes fuentes de energía, estas fueron *Acacia acatlensis, Caesalpinia platyloba, Acacia pennatula, Caesalpinia coriaria* y *Crescentia alata.*

Mucho se ha argumentado acerca de los altos niveles de proteína y digestibilidad presentes en árboles forrajeros (Baumer, 1992; Benavides, 1991; Escobar, 1996); así como a su valor energético. De ahí que de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación y buscando aquellas especies que prometan un mejor potencial forrajero, en las cuales los niveles de proteína cruda y digestibilidad fueran superiores al 14 y 60%, respectivamente, se encontró que las hojas de *Acacia acatlensis* y *Heliocarpus terebinthaceus* superan en gran medida estos parámetros, teniendo también buenos niveles de energía metabolizable y fibra detergente neutro.

De acuerdo a lo anterior, cabe hacer la observación de que estas especies no se reportan con anterioridad como forrajeras, lo cual evidencía la importancia de la investigación local para hallar especies nativas de alto valor nutritivo para los animales que se explotan en estos lugares.

Por sus características químicas y nutricionales, algunas otras especies analizadas también mostraron características interesantes para su utilización en la alimentación animal, entre las que encontramos al fruto de *Crescentia alata*, el cual, se analizó dividido en cáscara y pulpa, en conjunto se observó que esta es una buena opción, ya que posee una digestibilidad del 75% en la cáscara, determinada por su alto contenido de celulosa, y un alto contenido de fibra cruda y extracto etéreo en la pulpa. Además se conoce que empíricamente esta especie es recolectada en algunas localidades y utilizada casi como único alimento en becerros en crecimiento y vacas lecheras, dando excelentes resultados, sin embargo, no se tienen reportes sistemáticos de la utilización de esta especie.

Otras especies que destacaron por su alto nivel de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca, así como por poseer un bajo tenor de fibra, fueron *Caesalpinia platyloba, Albizia tomentosa* y *Acacia macienta*; pero de estas especies no se conoce si el ganado lo consume en los agostaderos, en comparación con las especies *Guazuma ulmifolia, Pithecellobium dulce, Ziziphus mexicana* (Palma, 1997), en las que sus características nutricionales son ligeramente inferiores, principalmente en digestibilidad, pero para las cuales el ganado presenta una mayor aceptación y agrado.

Por último, cabe mencionar que antes de recomendar o utilizar cualquier especie en la alimentación animal, será necesario realizar estudios acerca de la presencia de sustancias antinutricionales y de la toxicidad de éstas, considerando que ésta pueda ser una limitante en su utilización (D'Mello, 1992; Kumar, 1992; Norton, 1994).

IX. CONCLUSIONES

Dentro de los agostaderos del trópico seco mexicano existe una gran diversidad de especies arbóreas, muchas de las cuales poseen excelentes características que les permitiría ser utilizadas para la alimentación del ganado de esta zona, ya sea como forraje fibroso, alimento energético o fuente de proteína, principalmente durante los periodos de estrés nutricional como la sequía, época en la cual los pastos y otros forrajes son escasos.

Así, y de acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se encontró que la mayoría de las especies poseen más del 10% de proteína cruda en base seca, y en algunos casos este valor supera el 20%, como en el caso de las hojas de *Sideroxylon capiri, Acacia macilenta* y *Albizia tomentosa*, especies en las que se observó una digestibilidad variable, aunque no mayor del 51%.

Las especies arbóreas estudiadas mostraron una mediana digestibilidad ya que sólo el 23% de las muestras obtuvieron un valor superior al 60% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

En relación al estimado de energía metabolizable se encontró un nivel promedio de 2.2 Mcal/kg MS, pero las especies *Acacia acatlensis, Caesalpinia platyloba, Heliocarpus terebinthaceus, Acacia pennatula, Caesalpinia coriaria* y *Crescentia alata* superan las 3 Mcal/kg MS.

Las especies *Acacia acatlensis* y *Heliocarpus terebinthaceus* presentaron las mejores característica para su uso forrajero al superar el 14% de proteína cruda y el 60% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca, alcanzando también buenos niveles de energía metabolizable y fibra detergente neutro.

Cabe mencionar que la mayoría de las especies antes mencionadas y con las mejores características químicas corresponden a la familia *leguminosae.*

En el presente trabajo no se planteó el uso de estas especies como fuente única de alimento para el ganado, sino como una alternativa para enriquecer o suplementar la dieta de los animales, conociendo sus características bromatológicas. En este contexto, principalmente para el tenor de proteína cruda varias especies podrían brindarse tal cual a los animales, o bien, procesadas, ya sea como henos o harinas, y en el caso de los frutos recolectados en estado seco o maduro se incluirian vainas y semillas para elevar su potencial proteico.

De esta manera, será necesario seleccionar aquellas especies arbóreas con alto potencial para la alimentación animal y promover su difusión. Todo ello sin dejar a un lado que la utilización de éstas deberá sujetarse a estudios posteriores de respuesta animal tales como consumo, palatabilidad y toxicidad; y a pruebas de manejo agronómico como la forma de propagación y producción de biomasa. Se deberá tener cuidado de seleccionar principalmente aquellas especies a las cuales de ser posible, el productor pueda darles otra utilidad.

X. LITERATURA CITADA

AOAC. 1980. Official Methods of Analisis. 13th ed. Asociation of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. United States of America.

Araya, J.; Benavides, J.E.; Arias, R.; Ruiz, A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero. En: Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Volumen 1. Benavides, J.E. editor. CATIE, Costa Rica. pp. 31-64.

Avalos, L.; González, J.; Carrizales, A. 1994. Pastoreo intensivo tecnificado de praderas tropicales. FIRA. Boletín Informativo. Núm. 259. Vol. XXVI. México.

Baumer, M. 1992. Trees as browse and to support animal production. En Legume trees as protein sources for livestock. Speedy A. and Pugliese P.L. editor. FAO Animal production and health paper #102. 1-10. Italy.

Benavides, G. 1991. Integración de Arboles y Arbustos en los Sistemas de Alimentación para Cabras en América Central. Un enfoque Agroforestal. El Chasqui. 25:6-36.

Bustamante, J.; Romero, F. 1991. Producción Ganadera en un Contexto Agroforestal: Sistemas Silvopastoriles. Carta de Rispal; 20:3-11. Costa Rica.

Castro, L.G. 1994. Caracterización de la guásima (*Guazuma ulmifolia*) como resurso potencial en la alimentación de rumiantes. Tesis de licenciatura. FMVZ-UNAM. 67p.

Cervantes, N.; Choisis, P. 1987. Diagnóstico Dinámico en Explotaciones Bovinas de Doble Propósito en el Estado de Colima. Resultados Reproductivos y de Producción. Departamento de Síntesis Producción. Universidad de Colima. pp78. México.

Clavero, T. 1996. Las leguminosas forrajeras arbóreas: sus perspectivas para el trópico americano. En Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Clavero, T. editor. 1-10. Venezuela.

Contreras, L. D.; Gutiérrez, Ch. L.; López, R. A. 1992. Respuesta de los frutos secos de la Guácima (*Guazuma ulmifolia*) al tratamiento alcalino con NaOH

y urea. Memorias de la Reunión Nacional de investigación pecuaria. Chihuahua, noviembre de 1992. pp. 84.

Crampton, E.W. y Harris, L.E. 1979. Nutrición animal aplicada. 2a. edición. Acribia. España. 756 p.

Cronquist, A. 1945. Studies in the Sapotaceae III, *Dipholis* and *Bumelia*. Journal of the Arnold Arboretum. 26:448-465.

Church, D.C. y Pond, W.G. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. UTEHA Noriega, editores. México.

D'Mello, J.P.F. 1992. Chemical constraints to the use of tropical legumes in animal nutrition. Animal Feed Science and Techonology. 38:237-261.

Delgado, C.; Rodríguez. 1995. Evaluación Química Nutricional de Tres Leguminosas Arbóreas, para la Alimentación del Ganado. Universidad de Colima. Facultad de Ciencias Químicas. Tesis de Licenciatura. México.

Escobar, A. 1996. Estrategias para la Suplementación Alimenticia de Rumiantes en el Trópico. En Leguminosas Forrajeras en el Trópico. Tyrone, C. editor Maracaibo Venezuela. pp 49-65.

Febles, G.; Ruiz, T.E.; Simón L. 1996. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. En Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Clavero, T. editor. 91-99. Venezuela.

FIRA. 1997. Sistemas silvopastoriles, una opción para el uso sostenible de la tierra en los sistemas ganaderos. Boletín informativo. XXIX(290):43p. México.

Flores, J., Martínez, C., Olvera, M., Galván, R. y Chávez. R. 1988. Potencial de algunas Leguminosas de la Flora Yucatense como Alimento Humano y Animal. Turrialba. 38(2):159-162.

Flores, R.O.I. 1994. Caracterización y evaluación de follajes arbóreos para la alimentación de rumiantes en el departamento de Chiquimula, Guatemala. En: Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. 1. Benavides, J.E. editor. CATIE, Costa Rica. pp. 117-134.

Fontaine, R. 1981. ¿Qué pasa con los bosques tropicales? Ceres. 19(4): 15-19.

Gómez, P. A. 1966. Estudios botánicos en la región de Misantla, Ver. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C. México.

Hernández, I.; Simón, L. 1994. Razones para Emplear Plantas Perennes Leñosas en la Ganadería Vacuna. Taller Internacional Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera. EEPF. Matanzas, Cuba. pp1-44.

Hernández, S.; Benavides, J.E. 1994. Caracterización del potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios del Petén, Guatemala. En: Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. 1. Benavides, J.E. editor. CATIE, Costa Rica. pp. 117-134.

Holman, F.; Romero, F.; Montenegro, J.; Chana, C.; Oviedo, E.; Baños, A. 1992. Rentabilidad de los sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: 1a. aproximación. Turrialba. 42:79-89.

INEGI. 1995. Conteo de Población y Vivienda. Resultados Definitivos. México. (Disco compacto).

Jaramillo, V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas tropicales de México. SARH, COTECOCA. 38p.

Johnston, M. 1963. The species of *Ziziphus* indigenous to United States and Mexico. American Journal of Botany. 50(10):1020-1027.

Klusmann, C. 1988. Trees and shrubs for animal production in tropical and subtropical areas. Plant Research and Development. 27:92-104.

Kumar, R. 1992. Antinutritional factors, the potential risk of toxicity and methods to alleviate them. En Legume trees and other fodders trees as protein sources for livestock. Speedy, A. and Pugliese, P.L. editor. FAO Animal production and health paper. #102. 145-160. Italy.

Lascano, C. 1996. Oportunidades y Retos en la Utilización de Leguminosas Arbustivas como Forraje Suplementario en Sistemas Doble Propósito. En Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical.Tyrone C. editor. Maracaibo Venezuela. pp 29-40.

Leng, R.A.; Bird, S.H.; Klieve, A.; Choo, B.S.; Ball, F.M.; Asefa, G., Brumby, P.; Mudgal V.D.; Chaudhry, V.B.; Haryono, S.V.; Hendratno, N. 1992. The potential for tree supplements to manipulate rumen protozoa to enhace protein to energy ratios in ruminants fed con poor quality forages. En Legume trees and other fodders trees as protein sources for livestock. Speedy, A. and Pugliese, P.L. editor. FAO Animal production and health paper. #102. 145-160. Italy.

Machado, R.; Nuñez, C.A. 1994. Caracterización de Variedades de *Leucaena leucocephala* para la Producción de Forraje. II Variabilidad Morfológica y Rendimiento. Pastos y Forrajes. 17:107-115.

Mc Cammon-Feldman, B.; Van Soest, P.J.; Hovarth, P.; Mc. Dowell, R E. 1981. Feeding strategy of the goat. Cornell University. Mimeograph no. 88. USA. 35p.

Mc Vaugh. 1987. Flora Novo Galiciana. A descriptive account of the vascular plants or western Mexico. Vol. 5, Leguminosae. The University of Michigan Press. USA.

Medina, J.M.; Rouyer, B.; Tejada, M.; Layus, M.; Boiron, B. 1994. Evaluación preliminar de la producción de biomasa de especies leñosas bajo crecimiento natural en la zona sur de Honduras.En: Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. 1. Benavides, J.E. editor. CATIE, Costa Rica. pp. 181-188.

Mendizábal, G.; Marroquín, F.; Ríos, E.; Arias, R.; Benavides, J. 1994. Identificación y caracterización de plantas silvestres utilizadas en la alimentación de rumiantes en el Altiplano Occidental de Guatemala. En: Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. 1. Benavides, J.E. editor. CATIE, Costa Rica. pp. 65-93.

Miranda, F. 1952. La vegetación de Chiapas. 2 vols. Departamento de prensa y turismo. Ediciones del gobierno del estado. México.

Morfín, L. 1982. Manual de Bromatología. FES Cuautitlán. UNAM. México. pp95-124, 165-169.

Niembro, R. A. 1986. Arboles y arbustos útiles en México. Universidad Autónoma Chapingo. Limusa. México.

Norton, B. W. 1994. Antinutritive and toxic factors in forage tree legume. En Forage tree legume in tropical agriculture. Gutteridge, R.C. y Shelton, H.M. editors. CAB International. Australia.

Ojeda, F. 1996. Los Arboles Forrajeros para la Producción de Leche. Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical. Tyrone C. editor. Venezuela. pp 81-90.

Orteganiebias, M., Vazquezmoreno, L., y M. Roblesburgueño; 1996; Protein Quality and Antinutritional Factors of Wild Legume Seeds from the Sonoran Desert. Journal of Agricultural and Food Chemistry; 44(10):3130-3132.

Oviedo, F., Vallejo, M., Benavides, J. 1994. Módulos Agroforestales para la Producción de Leche con Cabras. Agroforestería en las Américas. Abr-jun:23-28.

Palma, J.M. 1993. Leguminosas Arbóreas, Recurso Potencial para la Alimentación Animal en el Trópico. Curso de Agrotecnia, Ecología y Pastoreo de Rumiantes en el Trópico. UNAM. México. pp123-134.

Palma, J.M. 1997. Los árboles en la ganadería del Estado de Colima, México. Memorias del XXI Congreso Nacional de Buiatría. AMMVEB. Colima, Col. Julio de 1997. pp 307.

Pennington, T. D.; Sarukhan, J. 1968. Manual para la identificaciòn de campo de los principales árboles tropicales de México. FAO. México.

Pérez-Guerrero, J. 1979. Leucaena, leguminosa tropical mexicana, usos y potencial. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de investigación y enseñanza en zootecnia.

Poulsen, G. 1985. Arboles en tierra cultivada: preservar la herencia africana. ONU. CERES 104-18(2): 24-27.

Rodríguez, R.; Martínez, P.R.; Rodríguez, G.F.; Zorrilla, R.J. 1990. Bromatología de forrajes e ingredientes para la alimentación animal. SARH-INIFAP-CIPRAC. 64p.

Román, P.H. 1991. Sistemas de Producción Bovino de Doble Propósito en el Trópico Mexicano. Experiencias en el INIFAP. Memoria del Seminario Internacional sobre Lechería Tropical. Villa Hermosa Tabasco, México. Noviembre de 1990. 3:118-131.

Russo, R 1994. Los Sistemas Agrosilvopastoriles en el Contexto de la Agricultura Sostenible. Agroforestería en las Américas. Abr-jun:10-13.

Rzedowski, J. 1981. La Vegetación de México. Limusa. México.

Shimada, A. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México. México. 375p.

Simón, G. 1996. Rol de los Arboles y Arbustos Multipropósitos en las Fincas Ganaderas. En Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical. Clavero, T. editor. Venezuela. 41-47.

Smith, O.B. 1992. Fodder trees and shrubs in range and farming systems in tropical humid Africa. En Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. FAO Animal Production and Health Paper. No. 102. Italy.

Soest Van, P J.; Wine, R H. 1967. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feed. Determination of Plant Cell-Wall constituents. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 50:50.

Somarriba, E. 1990. ¿Qué es Agroforestería? El Chasqui. 24: 3

Sotelo, A., Lucas, B.; Uvalle. A.; Giral, F. 1980. Chemical composition and toxic factors content of sixten leguminous seeds (II). Ouart. J. Crude Drug Res. 18(1):9-16.

SPP. 1981. Síntesis Geográfica de Colima. Coordinación General de Servicios Generales de Estadística, Geografía e Informática. México.

Standley, P. 1961. Trees and Shrubs of Mexico. United States National Museum. Smithsonian Institution. USA.

Susano, H. 1981. Especies Forestales Susceptibles de Aprovecharse como Forraje. Revista Ciencia Forestal. 29(6).31-39.

Tejada, H.I. 1983. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. México.

Urdaneta, F. 1996. Evaluación económica de la sustitución de alimento concentrado por leguminosas forrajeras arbóreas en la alimentación de rumiantes. En Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Clavero, T. editor. 135-145. Venezuela.

Vázquez, Y ; Batis A. 1996. La restauración de la vegetación, árboles exóticos contra árboles nativos. Revista Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. Vol. 43 . México.

Velasco, A.O.; Melgarejo, V.L.; Velasco, N.F. 1996. Conversión alimenticia, ganancia de peso y rendimiento en canal de novillos alimentados con diferente proporción del fruto de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*). Memorias del XX Congreso Nacional de Buiatría. Agosto 1996. Acapulco, Gro. México. pp 301-304.

Waldern, D. E. 1971. A rapid micro digestion procedure for neutral and acid detergent fiber. Can. J. Ani. Sci. 51: 67-69.

Zamora, E. 1991. Colima en Síntesis. Gobierno del Estado de Colima. México.