

01674

12



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

EVALUACION DE LEÑOSAS FORRAJERAS
TROPICALES PARA LA ALIMENTACION DE
RUMIANTES EN EL ESTADO DE TABASCO

299594

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
**MAESTRO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCION
Y DE LA SALUD ANIMAL: NUTRICION
P R E S E N T A :**
NOEL MAURICIO MALDONADO GARCIA



ASESORES: FERNANDO PEREZ-GIL ROMO
JESUS DANIEL GRANDE CANO

MEXICO, D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis Padres y hermanos.

El talento es algo corriente. No escasea la inteligencia, sino la constancia.

(Doris Lessing)

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Jesus Daniel Grande Cano y al Dr. Fernando Pérez-Gil Romo por su amistad, apoyo y asesoría para la realización de esta tesis.

A todos los compañeros y amigos que laboran en el Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", cuya colaboración fue fundamental para culminar la investigación.

A la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, al Director de dicha División, el MVZ Victor Perez-Priego Cobián, así como al Rector de esa Universidad, Dr. Jorge Abdo Francis, por todas las facilidades otorgadas para llevar a cabo una parte trascendental de la fase experimental de esta investigación.

Al Maestro Emilio Aranda Ibañez y al Ing Manuel Ruíz por su valiosa ayuda y tiempo brindado para la realización de la presente.

“Evaluación de leñosas forrajeras tropicales para la alimentación de rumiantes en el Estado de Tabasco”

RESUMEN

En el Estado de Tabasco existen especies de árboles nativos e introducidos que han sido evaluados satisfactoriamente como fuente de forraje en diferentes países de Centro América, El Caribe, África y Oceanía. Desafortunadamente, en la región existen escasas investigaciones sobre el valor nutritivo de estos recursos. Con el objetivo de generar información preliminar sobre el potencial forrajero de los árboles Cabellos de ángel (C) (*Albizia lebeck*), Morera (Mr) (*Morus alba*) y Moté (Mt) (*Erythrina americana*), la presente investigación evaluó la composición química, el contenido de factores antinutricionales y la digestibilidad *in vitro* e *in situ* de la materia seca de los follajes de las especies mencionadas. Por otra parte, también se llevaron a cabo pruebas de consumo voluntario y de ganancia de peso de borregos pelibuey, alimentados con el follaje de los árboles. Los resultados indican que el contenido de proteína cruda de C (19.8%) es similar a aquellos registrados en la literatura. El contenido de proteína de Mr (16.1%) y Mt (14.8%), se encuentra por debajo al nivel medio registrado en la literatura. Los niveles de digestibilidad de la MS, consumo voluntario y ganancia de peso de ovinos pelibuey, sugieren que estos árboles pueden ser utilizados como un suplemento de pastos de baja calidad. El nivel proteínico de los árboles evaluados, justifica su empleo como fuente de proteína suplementaria para rumiantes alimentados a base de pastos tropicales de baja calidad. Los follajes no mostraron contenidos importantes de compuestos antinutricionales. La información generada en la presente investigación, justifica el desarrollo de ensayos de alimentación que exploren niveles crecientes de inclusión de estos follajes en las dietas de ovinos. El follaje de cabellos de ángel, morera y moté, representa un recurso alternativo para la alimentación de ovinos en el Estado de Tabasco.

Palabras claves: Árboles forrajeros, Valor nutritivo, Composición química, Digestibilidad, Ensayos de alimentación. *Albizia lebeck*, *Morus alba*, *Erythrina americana*, Ovinos, Tabasco.

"Tropical fodder trees for feeding ruminants in Tabasco state"

ABSTRACT

Tabasco state has native and introduced trees, which have been successfully evaluated as a forage source in many countries of Central America, the Caribbean, Africa and Oceania. Unfortunately, there are not enough studies about the nutritive value of these resources. The main objective of this research was to evaluate the forage potential, the chemical composition, the antinutritional factors content, and the *in vitro* and *in situ* dry matter digestibility of the following resources: Cabellos de ángel (C) (*Albizia lebbbeck*), Morera (M) (*Morus alba*) and Moté (Mt) (*Erythrina americana*). Voluntary food intake and weight gain trials with pelibuey sheep, fed with only the foliage of the species studied, were carried out. The results showed that crude protein content of C (19.8%) resulted in similar values to those reported in the literature, and for M (16.1%) and Mt (14.8%), results were different. Dry matter digestibility level, voluntary food intake and weight gain in pelibuey sheep, suggest that these fodder trees can be used as a supplement for poor quality pastures. The protein level of the three species evaluated, justify their employment as a supplementary protein source for ruminants fed with low quality tropical grasses as a base diet. Foliages did not show important antinutritional factors content. The information generated in this research, justify the development of feeding trials to explore higher levels of inclusion of the foliages in sheep rations. Therefore the foliage of cabellos de ángel, morera y moté represent an alternative resource for feeding sheep in Tabasco State.

Key words: Fodder Trees, Nutritive value, Chemical composition, Digestibility, Feeding trials, *Albizia lebbbeck*, *Morus alba*, *Erythrina americana*, Sheep, Tabasco.

INDICE GENERAL

	Página
INDICE GENERAL	i
LISTA DE CUADROS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
II.1 Generalidades	4
II.2 Valor Nutritivo de los Arboles Forrajeros Tropicales	5
II.2.1 Macrominerales y elementos traza en los árboles forrajeros tropicales.	5
II.2.2 Proteína en los árboles forrajeros tropicales.	7
II.2.3 Digestibilidad y consumo voluntario de los árboles forrajeros tropicales.	8
II.2.3.1 Influencia de los árboles forrajeros tropicales como suplementos sobre el consumo de dietas a base de pastos de baja calidad.	9
II.3 Papel del follaje de los árboles tropicales en la nutrición de rumiantes.	11
II.4 Factores Antinutricionales de los Arboles Forrajeros Tropicales.	15
II.5 <i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	17
II.5.1 Nombres comunes.	17
II.5.2 Origen y distribución.	17
II.5.3 Descripción botánica.	18
II.5.4 Principales productos y utilización.	18
II.6 <i>Erythrina americana</i> . Mill.	19
II.6.1 Nombres comunes.	19
II.6.2 Origen y distribución.	19
II.6.3 Descripción botánica.	20
II.6.4 Principales productos y utilización.	20
II.7 <i>Morus alba</i>	21
II.7.1 Nombres comunes.	21
II.7.2 Origen y distribución.	21
II.7.3 Descripción botánica.	22
II.7.4 Principales productos y utilización.	22

III. HIPOTESIS	24
IV. OBJETIVOS	24
IV.1 OBJETIVO GENERAL.	24
IV.1.1 Objetivos específicos	24
V. MATERIALES Y METODOS	25
V.1 Colecta del Follaje	25
V.2 Fase de Laboratorio	26
V.2.1 Composición química y antinutricional del follaje.	26
V.2.2 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS del follaje	27
V. 3 Pruebas Biológicas	27
V.3.1 Digestibilidad <i>in situ</i> de la MS del follaje.	27
V.3.2 Consumo voluntario y ganancia de peso de ovinos pelibuey.	28
V.3.2.1 Animales, alojamientos e instalaciones.	28
V.3.2.2 Diseño experimental.	28
V.3.2.3 Análisis estadístico	29
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	30
VI.1 Composición química	30
VI.2 Factores Antinutricionales.	34
VI.3 Degradabilidad <i>in situ</i> de la MS	35
VI.4 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS.	38
VI.5 Consumo voluntario de MS.	40
VI.6 Ganancia diaria de peso.	46
VII. CONCLUSIONES	53
VIII. RECOMENDACIONES	54
IX. LITERATURA CITADA	55

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Composición mineral del follaje de árboles forrajeros tropicales (% MS).	6
Cuadro 2. Digestibilidad de la MS (DMS) de follajes arbóreos tropicales y pastos tropicales.	8
Cuadro 3. Respuestas productivas a la suplementación con BMUM o follaje arbóreo.	13
Cuadro 4. Principales factores antinutricionales encontrados en los árboles forrajeros tropicales.	17
Cuadro 5. Composición química (en base a MS) de los follajes (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.	31
Cuadro 6. Contenido de factores antinutricionales en el follaje (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.	35
Cuadro 7. Degradabilidad <i>in situ</i> de la MS del follaje (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.	36
Cuadro 8. Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS y MO del follaje (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.	38
Cuadro 9. Contenido energético del follaje (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.	39
Cuadro 10. Consumo voluntario de MS de ovinos pelibuey alimentados con follaje (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.	40
Cuadro 11. Ganancia de peso de ovinos pelibuey alimentados con follaje (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.	46

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Cinética observada de la DISMS del follaje (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Mote.	37

I. INTRODUCCION

Los sistemas de producción de carne y leche de rumiantes implementados en diferentes países de América Tropical, se han caracterizado por la utilización de grandes áreas de pastos, el empleo de dosis crecientes de agroquímicos y el uso elevado de insumos externos (Loker, 1994). La situación anterior ha traído como consecuencia, aumentos en la erosión de los suelos, deterioro y contaminación de las cuencas y fuentes de agua, incrementos en la emisión de los gases asociados al "calentamiento global" y aceleración en la tasa de deforestación (French, 1994; Toledo *et al.*, 1995).

Por otra parte, los pastos tropicales que representan la base de la alimentación de los rumiantes en los trópicos, están sujetos a variaciones estacionales de precipitación, horas luz y temperatura, que influyen de manera decisiva, en la disminución temporal de la disponibilidad y contenido de nutrimentos de las pasturas. Estas variaciones causan períodos más o menos prolongados de penuria nutricional y por ende la productividad por unidad animal disminuye (Stobbs, 1975).

En el estado de Tabasco, las características de los sistemas de producción de rumiantes, no son muy diferentes a los prevalecientes en los países de América Tropical, tal situación se ve reflejada de manera similar en el impacto que estos sistemas de producción tienen en el ambiente y en la productividad animal (Schiavo y Roman, 1990; Tudela, 1992).

De lo anterior se concluye, que la ganadería tropical en la actualidad, requiere del diseño de estrategias que permitan incrementar de manera acelerada la productividad, y asegurar al mismo tiempo la conservación de los recursos naturales y el ambiente.

Hoy día en México, por lo menos en el papel, los planes de desarrollo agropecuario de diferentes estados del sureste de la República, enfatizan en la importancia de la implementación de sistemas de producción sustentables, basados en el uso integral y racional de los diferentes componentes del agro ecosistema (PDAET, 1994; PVD, 1999).

La investigación desarrollada en la década de los 80's en Centro América y a principios de los 90's en México, ha demostrado que el uso del follaje de árboles y arbustos en la alimentación de rumiantes, es una práctica conocida desde hace siglos por los productores de la región.

Las evaluaciones de los follajes identificados como prometedores para la alimentación de rumiantes, han mostrado que el contenido de proteína cruda en la mayoría de las especies, duplica o triplica al de los pastos tropicales utilizados convencionalmente (Benavides, 1994; Nahed *et al.*, 1997).

El carácter multipropósito (leña, madera, frutos, alimentos, medicinas, etc.) de las leñosas forrajeras tropicales, su contribución en el sostenimiento de los agroecosistemas, y los atributos nutritivos señalados en diversas investigaciones, sitúa a estos recursos como una alternativa económicamente viable y ecológicamente sostenible para el desarrollo de sistemas de producción de rumiantes en los trópicos (Benavides, 1994; D'Mello y Devendra, 1995; Pezo e Ibrahim, 1997).

Dentro de los árboles forrajeros estudiados, se han destacado diversas especies pertenecientes al género *Erythrina*, *Albizia* y *Morus* (Topps, 1992; Lowry *et al.*, 1994; Kass, 1994; Reyes y Jiménez, 1999). Un número importante de especies representativas de estos géneros, se encuentran ampliamente distribuidas en la región tropical del sureste de México. En el estado de Tabasco, la especie *Erythrina americana* (Moté), constituye una fuente importante de diversos satisfactores tales como, sombra para el cultivo del cacao, ornato, alimento para la población (flores), etc. La especie introducida *Albizia lebeck* (Cabellos de ángel), se ha adaptado favorablemente a las condiciones adafoclimáticas, y debido a la frondosidad de su copa, abundancia de follaje y belleza de sus flores, esta especie ha sido utilizada básicamente como ornato en parques, camellones y jardines. *Morus alba* (Morera) de más reciente introducción en la región, ha mostrado gran capacidad de adaptación a las condiciones ambientales prevalecientes.

En el Estado de Tabasco, existe escasa información sobre el potencial forrajero de *A. lebeck*, *E. americana* y *M. alba*. La mayoría de la información disponible con respecto al valor nutritivo de *E. spp.*, *A. lebeck* y *M. alba*, se ha generado en otras regiones del sureste de México, en otros países de América Tropical y en regiones tropicales de Oceanía y África.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación consistió en generar información preliminar, sobre el valor nutritivo del follaje de *E. americana*, *A. lebbeck* y *M. alba*, con la intención de promover investigaciones subsecuentes más específicas sobre el papel, las posibilidades y alternativas de integración de estas especies, dentro de los sistemas de alimentación de rumiantes en el estado de Tabasco.

II. REVISION DE LITERATURA

II.1 Generalidades

Una de las mayores expresiones del largo proceso de evolución de la vida, es la diversidad genética de las plantas tropicales. Dentro del reino botánico, las plantas superiores se cuentan por decenas de miles y ofrecen un inmenso potencial de uso para las distintas necesidades de la especie humana. Los árboles forrajeros representan un ejemplo importante de ese inmenso potencial natural y su uso como fuente de follaje para los rumiantes se ha documentado desde hace unos 2000 años (Robinson, 1985)

En diferentes regiones del mundo, el follaje de árboles y arbustos representa un fuente muy importante de alimentos para los animales. En Africa, los árboles y arbustos forrajeros llegan a representar del 90% de la producción en los pastizales y del 40 al 50% de la disponibilidad total de alimentos para animales (Speedy y Pugliese, 1992). Investigaciones desarrolladas en Centro América y México, demuestran también la importante contribución que los follajes arbóreos tienen en los sistemas de producción de rumiantes (Benavides, 1994; Nahed *et al.*, 1997; Reyes y Jimenez, 1999), en donde se observa que el contenido proteico de los árboles forrajeros, generalmente supera a los cultivos forrajeros convencionales.

La gran mayoría de los árboles forrajeros tropicales ofrecen ventajas adicionales a su valor nutritivo. Estas ventajas residen en el carácter multipropósito de los árboles tropicales, ya que estos pueden cumplir diferentes funciones dentro de los sistemas de producción animal (Szott *et al.*, 1991):

- 1) Producen diferentes alimentos para el género humano como frutos, especias, grasas, azúcares, medicinas y colorantes. Proveen de madera, leña y carbón.
- 2) Proveen de sombra creando un microclima bajo su copa. Muchas de ellas son capaces de fijar nitrógeno (N_2) atmosférico al suelo.
- 3) Poseen sistemas radicales profundos que les permiten absorber nutrientes de sectores del perfil del suelo generalmente no explorados por las especies herbáceas, además que les da una mayor habilidad para tolerar la sequía.

- 4) Se pueden utilizar para diversos propósitos (cercas vivas, ornato, cortinas rompevientos, etc).
- 5) Son buenos reservorios de CO₂ y constituyen una fuente renovable de energía.
- 6) Protegen el suelo contra la erosión y estimulan el reciclamiento de nutrientes.

Los árboles forrajeros tropicales también poseen una amplia versatilidad agronómica, ya que se adaptan a diferentes tipos de suelos, a diversos regímenes de precipitación, temperatura y otros componentes ecológicos.

II.2 Valor Nutritivo de los Árboles Forrajeros Tropicales.

El valor nutritivo de un forraje está en función de la cantidad de materia seca (MS) consumida (CMS) y por la eficiencia con la cual los nutrientes son extraídos durante la digestión (D). La productividad en los rumiantes está íntimamente asociada con la capacidad de un alimento para promover una fermentación microbiana efectiva, y suministrar la cantidad y balance de nutrientes requeridos por los tejidos del animal para los diferentes estados productivos (Norton, 1994a).

La mayoría de la información sobre la composición química de los árboles forrajeros se basa en el análisis químico proximal, el cual es un indicador de relativo valor de los atributos nutritivos de los follajes, ya que determinaciones como las de fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y proteína cruda, relacionan poco el contenido de nutrientes con su disponibilidad.

II.2.1 Macrominerales y elementos traza en los árboles forrajeros tropicales.

Con respecto al contenido de minerales, Topps (1992) registró un contenido de cenizas de 27 a 137 g/kg MS, por su parte Norton (1994a) muestra un rango semejante de 34 a 145 g de cenizas/kg MS.

Existe poca información sobre los elementos traza (Cu, Mn, Zn, Co, I) y solo datos incompletos sobre los macroelementos.

Las leguminosas tropicales generalmente poseen mayores niveles de P que los pastos tropicales. Tomando en cuenta los requerimientos mínimos de P de los rumiantes que van de 1.2 a 2.4 g/kg MS (ARC, 1984) y que varían dependiendo de la especie animal, el estado fisiológico y nivel de producción; y en base a los niveles de P obtenidos (cuadro 1) por Devendra (1992), Topps (1992) y Norton (1994a), se observa que algunas leguminosas arbóreas podrían representar una fuente importante de este mineral.

Los follajes arbóreos de las leguminosas son característicamente una fuente rica en Calcio (cuadro 1) y a pesar de los niveles de biodisponibilidad de Ca señalados para estos follajes (0.58-0.78), estos rara vez representan una limitante para la producción animal (Norton, 1994a). De hecho lo que habría que considerar son las elevadas relaciones Ca:P (21.3:1) (Topps, 1992), que son mucho mayores de las recomendables para rumiantes.

Los valores de Ca mostrados en el cuadro 1, son superiores al de los pastos tropicales y en exceso en relación a los requerimientos de los rumiantes (ARC, 1984).

El magnesio y potasio se encuentran por encima de los requerimientos en los follajes arbóreos (cuadro 1) y rara vez se consideran un problema limitante para los rumiantes en los trópicos.

Fuente	Ca	P	Mg	Na	K	S
(Topps, 1992)	18.7±7.9 ¹	1.8±0.7	3.9±1.7	0.7±0.7	11.8±3.8	2.4±0.8
	6.4-28.3 ²	0.8-3.3	2.3-6.0	0.1-2.2	5.6-18.6	1.2-3.8
(Norton, 1994 a)	13.4±7.3	2.0±0.8	3.6±1.5	1.3±1.1	16.4±10.2	2.0±0.5
	4.5-27.8	0.4-4.7	1.7-6.0	0.7-3.8	5.3-33.1	1.2-2.8
(Devendra, (1992)	17.9±7.4	1.8±0.7	---	---	---	---
	0.27-2.81	0.6-3.4				

1) media y desviación estándar

2) rango

El azufre se encuentra principalmente en la planta en la forma de aminoácidos azufrados y es requerido en el rumen, además del nitrógeno para la síntesis de proteína microbiana. El requerimiento mínimo recomendado es de 1.5 g/kg MS, lo que podría ser cubierto a partir de una dieta que contenga 150 g de proteína cruda (PC)/kg MS (Norton y Poppi, 1995) El contenido y disponibilidad de S varía con el contenido de proteína y su degradabilidad en el rumen.

A pesar de que algunas leguminosas tienen niveles marginales de Na, en general esto no representa un problema, tomando en cuenta el nivel moderado de inclusión de los follajes en las dietas de los rumiantes (Norton, 1994a), además de las poco comunes deficiencias de Na a corto plazo en los rumiantes, debido a su capacidad de reciclar Na endógeno.

Existe escasa información sobre el contenido de minerales traza en el follaje de árboles tropicales, los niveles encontrados reflejan más las deficiencias y tipo de suelo que las características inherentes de las especies forrajeras. Los datos incompletos son de escaso valor, ya que estos no indican la capacidad de ciertos minerales para cubrir los requerimientos (Cu) debido a la interacción múltiple que se da entre diferentes microelementos (Norton y Poppi, 1995).

II.2.2 Proteína en los árboles forrajeros tropicales.

Una de las principales contribuciones a la alimentación de los rumiantes de las leñosas forrajeras y en particular de aquellas pertenecientes a la familia de las leguminosas, lo representan sus niveles elevados de proteína. Al respecto Norton (1994a) encontró un contenido de proteína cruda de 12 a 30% en base a materia seca. Skerman *et al.* (1991) por su parte, registran un contenido promedio de proteína cruda de 239 g/kg MS para leguminosas de ramoneo; Göhl (1981) registró un contenido de PC en hojas frescas de árboles y arbustos tropicales desde 8.8% para *Caesalpinia spinosa* hasta un 42.8% para *Acacia mellifera* con una media de 20.1%PC. La gran mayoría de las investigaciones al respecto, muestran que el contenido de PC de los follajes arbóreos supera considerablemente al nivel medio de PC de los pastos tropicales. Göhl (1981), encontró un valor medio de PC de 9.9% de PC en base a MS, y que con 27% de los pastos de un total de 670, poseen niveles de PC inferiores al considerado como mínimo necesario para cubrir los requerimientos de las bacterias ruminales (70 g/kg MS).

II.2.3 Digestibilidad y consumo voluntario de los árboles forrajeros tropicales.

La digestibilidad de un forraje es una medida de la disponibilidad bruta de los nutrientes, la que usualmente es expresada en términos de la desaparición de la materia seca u orgánica, sin proveer información sobre la composición de los nutrientes absorbidos.

La digestibilidad del material vegetal en el rumen, esta relacionada con la proporción y lignificación de las paredes celulares de la planta. Follajes con poco contenido de pared celular generalmente presentan elevada digestibilidad, y especies con altos contenidos de lignina son frecuentemente de baja digestibilidad (Minson, 1990).

Las hojas de las leguminosas templadas y tropicales están estructuradas anatómicamente para la ruta C_3 de fijación de carbono, estas plantas poseen en comparación a los pastos tropicales (con rutas C_4 de fijación de carbono), menor contenido de pared celular, menor proporción de tejido vascular y mayores proporciones de tejido mesófilo, el cual está conformado por paredes celulares delgadas no lignificadas, más fácilmente digestibles que la de los pastos tropicales (Wilson y Hattersley, 1983).

No obstante lo anterior, el nivel de digestibilidad encontrado en la mayoría de los follajes arbóreos tropicales, no es muy diferente a la digestibilidad de los pastos tropicales (Cuadro 2).

Forraje	DMS(%)	Fuente
Follajes arbóreos	50.1	(Devendra, 1995)
"	56.7	(Norton, 1994a)
"	52.1	(Kass <i>et al.</i> , 1992)
Pastos	55.4	(Minson y Wilson, 1980)

La técnica de extracción con base en detergentes ha sido desarrollada para separar a la célula vegetal, en pared celular de digestibilidad variable, del contenido celular, el cual es completamente digerido en el rumen (Van Soest, *et al.*: 1991). En primera instancia se obtiene información valiosa sobre la disponibilidad de los nutrientes cuando la composición de la planta sea expresada bajo estos términos.

La digestibilidad (D) podría ser un índice útil del valor nutritivo, siempre y cuando este se correlacione con el consumo voluntario de alimento (CVA). En tal caso, el producto $D \times CVA$ sería un estimador del consumo de nutrientes digestibles.

El factor más importante que determina la producción de los rumiantes alimentados con forrajes, es la cantidad de materia seca consumida de este (Minson, 1990). El consumo voluntario de un forraje depende principalmente de su resistencia a la fragmentación o desintegración de sus partículas. Poppi *et al.* (1985) concluyeron que las partículas del forraje deben ser reducidas a un tamaño tal, para que estas puedan pasar por un tamiz de aproximadamente 1 mm, y que este tamaño aplica tanto para gramíneas como para leguminosas, así como para ovinos y bovinos.

La masticación durante el consumo de alimento y la rumiación, son los mecanismos más importantes mediante el cual las partículas del forraje se reducen de tamaño (McLeod y Minson, 1988).

Para el caso de pastos tropicales, las mediciones de digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) representan un buen predictor del consumo voluntario, ya que se ha observado que la DIVMS está positiva y estrechamente asociada al consumo voluntario de MS (Minson, 1982).

Lo ideal sería medir el consumo voluntario de los follajes en situaciones reales de campo, donde intervengan la preferencia y selección ejercida por los animales. Sin embargo, no existen métodos seguros y lo suficientemente precisos para medir el consumo de follaje de los herbívoros ramoneando y pastoreando. De hecho, la mayoría de la información sobre el consumo voluntario se basa en ensayos de alimentación con animales confinados bajo condiciones controladas.

II.2.3.1 Influencia de los árboles forrajeros tropicales como suplementos sobre el consumo de dietas basadas en pastos de baja calidad.

La mayoría de las leñosas forrajeras contienen compuestos antinutricionales que afectan sustancialmente su valor nutritivo, por esta razón, estas especies son de mayor valor alimenticio como suplementos que como dieta única para rumiantes. La significancia de los compuestos secundarios de las plantas se hace más evidente cuando los follajes arbóreos representan el único alimento consumido por el animal (Norton, 1994a).

En realidad los follajes arbóreos son rara vez consumidos como única dieta y son incorporados dentro de praderas de pastos o suministrados como suplementos bajo sistemas de "corte y acarreo".

Las investigaciones realizadas en relación a la influencia que los follajes arbóreos ejercen sobre el consumo de dietas con base en pastos y rastrojos de mala calidad, han mostrado que en general la inclusión de los follajes incrementa la digestibilidad y el consumo voluntario de la dieta total; sin embargo, los resultados muestran una amplia variación en la respuesta, sin cambios registrados en el consumo, hasta incrementos del 100% en el mismo. El análisis de los ensayos de alimentación, ha mostrado que la adición del follaje de las leñosas tiene tres efectos potenciales sobre el consumo de la dieta basal (Poppi y Norton, 1995):

- 1) Si el follaje posee cualidades para incrementar los niveles de amoníaco y azufre en el rumen, y si la dieta basal es limitante en estos nutrientes, entonces se espera que la inclusión del follaje incremente sustancialmente el consumo total de materia seca.
- 2) Si la dieta basal es adecuada en proveer de nutrientes esenciales a los microorganismos del rumen, es poco probable que la inclusión del follaje incremente el consumo por el mecanismo descrito en el punto número 1.
- 3) Aquellos follajes que posean bajas degradabilidades proteicas, incrementan el suministro de aminoácidos en el intestino delgado, lo cual puede elevar en un momento dado la producción, pero no necesariamente el consumo de materia seca. Bajo esta última perspectiva, la inclusión de follaje de árboles tropicales, solo podrá incrementar el consumo, si los follajes pueden disminuir el tiempo de retención de la digesta.

II.3 Papel del follaje de los árboles tropicales en la nutrición de rumiantes.

Los follajes arbóreos han sido aprovechados principalmente como fuente de proteína suplementaria para los rumiantes en el trópico.

Con el objetivo de hacer un uso más racional y estratégico del follaje de los árboles tropicales en la alimentación de los rumiantes, es necesario precisar cual es la contribución nutricional específica. Sin embargo, rara vez se establece si la contribución radica en la provisión de amoniaco a partir de la proteína degradable, si la proteína escapa para su posterior digestión en el intestino delgado, las dos anteriores, o si los incrementos en la producción se deben al aporte de minerales.

Poppi y McLennan (1995) han sugerido que una dieta que contenga 210g de proteína cruda por kilogramo de materia orgánica digerida, proveerá el requerimiento mínimo de nitrógeno degradable en el rumen (**NDR**), necesario para maximizar la digestibilidad de los carbohidratos fibrosos, y que la proteína dietaria sobrante será degradada a amoniaco en el rumen y excretada como urea y ácido úrico.

Las evidencias indican que hay un número importante de leguminosas arbóreas forrajeras que suministran NDR en exceso; si el exceso de proteína pudiera escapar de la digestión ruminal (nitrógeno dietario no degradable **NND**), esta podría tener un efecto potencial como fuente de proteína adicional para la digestión y absorción intestinal (Norton y Poppi, 1995).

La presencia de taninos condensados en las hojas de las leguminosas arbóreas y su acoplamiento con la proteína de los follajes arbóreos, disminuye la tasa de degradabilidad proteica en el rumen, disminuye la concentración de amoniaco ruminal, e incrementa al mismo tiempo la cantidad de proteína que sobrepasa el rumen y que llega a los intestinos (Kumar y D'Mello, 1995). Existen dos tipos de taninos solubles en un gran número de especies de plantas. Estos taninos son hidrolizables (THs) y no hidrolizables o condensados (TCs). Los THs están caracterizados por un núcleo central carbohidratado con un número de ácidos carboxílicos fenólicos, unidos por enlaces éster. A diferencia de los THs, los TCs no poseen un núcleo de carbohidrato, si no que son derivados de la condensación de precursores flavonoides sin la participación de enzimas.

Los TCs están más ampliamente distribuidos en las plantas superiores y se cree que son más activos en la capacidad para precipitar proteínas. Se han identificado varios mecanismos mediante los cuales los taninos afectan la digestibilidad de las plantas: a) interfiriendo con las enzimas digestivas, a través de la formación de complejos taninos:enzimas. b) interfiriendo con las enzimas digestivas a través de la formación del complejo proteínas dietarias:taninos. c) combinándose con las proteínas de la pared intestinal y previniendo la captura de nutrientes. d) inhibiendo el crecimiento y la actividad enzimática de los hongos, protozoarios y bacterias ruminales (Kumar y D'Mello, 1995). Barry (1985) y Barry y Manley (1984), trabajando con *Lotus pedunculatus*, observaron que con niveles bajos de taninos condensados (2 - 4% de la MS), se incrementa la proteína dietaria que ingresa a los intestinos, sin embargo, no se ha precisado la disponibilidad real a nivel intestinal de esta proteína de escape. Las investigaciones sobre el potencial como fuente de proteína de sobrepaso, de los follajes arbóreos que poseen taninos, indican que en general, estos más bien resultan en respuestas productivas similares o solo ligeramente superiores a las encontradas en dietas suplementadas con bloques multinutrientes urea-melaza (**BMUM**) (Cuadro 3). Esta semejanza muestra, que muy probablemente, el mecanismo mediante el cual estos follajes permiten la estimulación de la digestión fermentativa y la eficiencia de utilización del forraje base, se debe a que los follajes arbóreos proveen de nutrientes críticos requeridos por los microorganismos del rumen, y que la asociación entre los taninos condensados y las proteínas, es de tal magnitud, que se impide que la proteína que logra escapar del rumen, sea aprovechada para su posterior digestión y absorción en los intestinos.

En resumen se puede decir, que los taninos podrían tener tanto un efecto benéfico al incrementar la proteína de sobrepaso o disminuir la pérdida de nitrógeno vía amoníaco, como un efecto detrimental, disminuyendo la gustosidad de los follajes, disminuyendo la concentración de amoníaco ruminal y disminuyendo la absorción proteica post-ruminal (Barry y Manley, 1984; Waghorn y Shelton, 1995).

Cuadro 3. Respuestas productivas a la suplementación con BMUM o follaje arbóreo.		
Bovinos en crecimiento	G.D.P (g/día)	Fuente
Sin suplemento	580	(ICA, 1988)*
Gliricidia	717	
BMUM	751	
Bovinos en crecimiento		
Gliricidia	360	Seijas <i>et al.</i> , 1994)
BMUM	280	
BMUM+Gliricidia	400	
Bovinos		
Leucaena+pastura	450	(Díaz, 1994)*
BMUM+pastura	450	
Caprinos		
Gliricidia	20	(Van Eys <i>et al.</i> , 1986)
Leucaena	22	
Leucaena+HSF	45	
Sesbania	20	
Sesbania+HSF	52	

HSF: harina de soya tratada con formaldehído

G.D.P: Ganancia diaria de peso

*(citado por Leng, 1997)

A pesar de los innegables y considerables incrementos en la producción animal que se logran a través del suministro de N fermentable y minerales a los microorganismos del rumen, tasas máximas de crecimiento y producción de leche solo pueden ser alcanzadas si se administra entre otras cosas, una fuente de “proteína de sobrepaso” (Church, 1991).

Existen diferentes oportunidades para utilizar como fuente efectiva de proteína de sobrepaso a los follajes arbóreos que poseen niveles elevados de proteína (Leng, 1997):

- a) Utilizando la capacidad natural de ciertos compuestos endógenos secundarios de las plantas (taninos), que forman complejos con las proteínas protegiéndolas del ataque microbiano y permitiendo que bajo las condiciones ácidas o alcalinas del tracto digestivo posterior puedan ser digeridas y aprovechadas por el animal.
- b) Secado de los follajes arbóreos bajo condiciones prescritas, lo que es independiente a la presencia de taninos, ya que reacciones como las de “Maillard moderada”, en presencia de azúcares reductores, pueden ser las causantes del fenómeno de sobrepaso y de la disponibilidad de la proteína en el intestino delgado.

c) Someter el follaje de las plantas a tratamientos químicos o al calor, para producir una proteína de sobrepaso, por medio de la insolubilización de la mayoría de la proteína.

Diversas estrategias pueden ser empleadas para proteger a la proteína del follaje del ataque microbiano, permitiendo al mismo tiempo su aprovechamiento en el tracto digestivo posterior. Uno de los métodos más conocidos es la protección de la proteína con formaldehído, sin embargo, su elevado costo y sus problemas asociados a la salud humana limitan su uso en países tropicales en vías de desarrollo.

Parece ser que el secado representa una alternativa menos compleja y mucho más barata para generar proteína de sobrepaso en los follajes de las leñosas. Robertson (1988), mostró que la tasa de crecimiento en cabras mejoró sustancialmente, cuando 5 follajes se ofrecieron secos, en comparación a los mismos follajes ofrecidos frescos. Los incrementos de peso observados por Robertson (1988), fueron de 0 a 54 g/an/d, para *A. chinensis*; de 24 a 48 g/an/d, en *Calliandra calothyrsus*; de 12 a 42 g/an/d, para *Gliricidia sepium*; de -18 a 0g/an/d, con *Leucaena leucocephala* y de 0 a 54 g/an/d, al utilizar el follaje de *Sesbania seban*.

Se ha considerado en primera instancia, que este tipo de respuesta se debe a un cambio en la solubilidad de la proteína, en donde se incrementa el contenido de proteína de sobrepaso del follaje que se somete al secado. La mejora en la respuesta también se ha atribuido a una reducción en el contenido de factores antinutricionales, específicamente a los taninos condensados. Sin embargo, la muy probable diferencia en el contenido de taninos entre las 5 especies evaluadas por Robertson (1988), pone en duda esta aseveración y hace más viable la hipótesis del cambio de la solubilidad de la proteína, producida por una reacción de "Maillard moderada", en presencia de azúcares reductores, que invariablemente se encuentran en los follajes. De esta manera, se ha propuesto que la reacción de "Maillard moderada" no guarda relación con las reacciones producidas por otros compuestos secundarios de las plantas.

Por otra parte, también se ha demostrado la reducción en el contenido de taninos por acción del secado de los follajes. Ahn *et al.* (1989) encontraron que el contenido de taninos extractables de las hojas de *Gliricidia sepium* y *Tipuana tipu* fue de cero después del secado. Este follaje seco suministrado a borregos, incrementó significativamente el consumo de rastrojo, así como la digestibilidad de la MS y N (Ahn *et al.*, 1989). En vista de los hallazgos anteriores se ha propuesto como alternativa que tanto la reducción de compuestos secundarios como la reacción de “Maillard moderada” pudieran operar conjuntamente.

La mayoría de las evaluaciones sobre degradabilidad y respuesta animal, indican que gran parte de la proteína de diversos árboles forrajeros representa una fuente de N fermentable: por lo que se ha propuesto que se pueden conseguir efectos espectaculares en la productividad animal, cuando este tipo de follajes puedan ser consumidos directamente por los animales en sistemas de asociación de pastos con árboles forrajeros, y que otra parte del mismo follaje pueda ser tratado con melazas, bagazo de caña hidrolizado (xilosa) y calor, o formaldehído, para proteger a la proteína de la degradación microbiana en el rumen y generar una fuente aprovechable de proteína de escape.

Finalmente, es bien reconocido el mayor contenido de minerales de las leñosas forrajeras tropicales en comparación a los pastos tropicales. Goodchild y McMeniman (1994) han atribuido una parte importante de los incrementos en la producción de los rumiantes, al suministro de minerales para los microorganismos del rumen, aportados por el follaje de *Leucaena leucocephala*.

II.4 Factores Antinutricionales de los Árboles Forrajeros Tropicales.

Los animales herbívoros dependen primariamente para sobrevivir, de los complejos orgánicos sintetizados por las plantas. Todas las especies del reino animal buscan afanosamente en la cadena trófica las fuentes aminadas como algo insustituible para la supervivencia del individuo y del grupo genético que representa. Por lo tanto, los consumidores primarios perseguirán preferiblemente a las plantas que mayor oferta de sustancias nitrogenadas tengan en sus tejidos.

Paradójicamente, la ventaja evolutiva desarrollada por los árboles forrajeros para dominar el territorio competido con las otras plantas, se convierte en el principal motivo para atraer enemigos animales, sean invertebrados o vertebrados, comprometiendo de esta manera su supervivencia (Kumar y D'Mello, 1995).

Como una respuesta coevolutiva, las plantas han adquirido la capacidad de sintetizar compuestos que son deletéreos para sus predadores y, de esta manera superar el peligro de desaparecer por exceso de consumo animal.

Algunos de estos compuestos pueden producir una respuesta aguda y violenta en los animales, pero frecuentemente se generan efectos más ligeros, que solo llegan a manifestarse debido a una ingestión prolongada del compuesto. Muchos de estos efectos se han observado en la reducción del consumo de alimento, en la disminución de los procesos digestivos o de la utilización metabólica del alimento, que resulta en una disminución del crecimiento, respuestas bociogénicas o daño a órganos vitales. Por lo anterior, se ha convenido en denominar a estos compuestos deletéreos bajo el término de "Factores Antinutricionales" **FAN** (Kumar y D'Mello, 1995).

Por otra parte, se ha observado, que no es una característica intrínseca del compuesto ser un FAN; más bien, esto dependerá sobre todo, de los procesos digestivos propios del animal que los ingiere; de esta manera, los inhibidores de tripsina son tóxicos para los animales monogástricos, pero no para los rumiantes que poseen la capacidad de degradarlos en el rumen.

Los principales factores antinutricionales encontrados en los árboles forrajeros tropicales se enlistan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Principales factores antinutricionales encontrados en los árboles forrajeros tropicales.

Factores antinutricionales	Especies
Taninos:	<i>Acacia aneura</i> , <i>A. nilotica</i> , <i>A. pendula</i> ; <i>Albizia chinensis</i> , <i>Calliandra calothyrsus</i> , <i>Lepedeza cuneata</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Onobrychis viciifolia</i> , <i>Prosopis cineraria</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i>
Glucósidos:	
Cianógenos	<i>Acacia binervia</i> , <i>A. cunninghamii</i> , <i>A. giraffae</i> , <i>A. leucophloea</i> , <i>A. sieberiana</i> , <i>A. sparsiflora</i> , <i>Albizia procera</i> , <i>Sesbania grandiflora</i> , <i>Stylosanthes viscosa</i> .
Saponinas	<i>Albizia stipulata</i> , <i>Sesbania sesban</i>
Aminoácidos no proteicos:	
Mimosina	<i>Leucaena leucocephala</i>
Indospicina	<i>Indigofera spicata</i>
Canavanina	<i>Canavalia ensiformis</i>
Fitoheماغلutininas:	
Robina	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Ricina	<i>Ricinus communis</i>
Alcaloides:	
N metil-B-fenetilamina	<i>Acacia berlandieri</i>
Sesbanina	<i>Sesbania vesicaria</i>
Oxalatos:	<i>Acacia aneura</i> , <i>Bauhinia thoningii</i> , <i>Calopogonium mucunoides</i> , <i>Erythrina variegata</i>

Fuente: (Kumar y D'Mello, 1995)

II.5 *Albizia lebeck* (L.) Benth.

II.5.1 Nombres comunes.

Algarrobo de olor **Cuba** (Soca y Simón, 1998); "Indian Siris", "Woman's tongue tree" **Australia**; Matarratón **Panamá**; Acacia **Salvador** (Skerman *et al.*, 1991); Acacia amarilla. Cabellos de ángel **México** (Niembro, 1986).

II.5.2 Origen y distribución.

A. lebeck es un árbol nativo de Asia (India), Africa y Norte de Australia (cabo York) (NAS, 1979). este género comprende unas 75 especies. de ellas 25 han sido introducidas en el continente americano y hoy forman parte de la flora autóctona americana (Soca y Simón, 1998). En México se le ha encontrado en las regiones tropicales y subtropicales (Niembro, 1986).

II.5.3 Descripción botánica.

El género *Albizia* pertenece a la subfamilia Mimosaceae de la familia Leguminosae (Niembro, 1986). *A. lebbbeck* es un árbol de tamaño mediano a grande de 6 a 15 m de altura, aunque puede alcanzar entre 18 y 30 m cuando crece en condiciones favorables, con un diámetro del tronco a la altura del pecho de 80-100cm. (Niembro, 1986). Su copa es redondeada y la corteza es lisa cuando joven y algo fisurada más tarde, de color gris pálido o gris amarillo y de una corteza interna rojiza (Skerman *et al.*, 1991). Las hojas son bicompuetas, opuestas y paripinnadas, raquis de 70-90mm, raquilla de 1 a 5 pares de 50-70 mm. Folíolos de 3 a 11 pares, subsentados, oblongos a elíptico oblongos de 1.5 cm a 6.5 cm, por 0.5 cm a 3.5 cm., los folíolos son de color verde claro y caducos en la estación seca. Presentan nectarios extraflorales en el pecíolo o raquis de la hoja. Sus flores son hermafroditas y perfumadas, grandes y en forma de umbelas subglobosas de color crema. Cáliz acampanado, pubescente, de unos 4 mm., corola de 4-6 cm; estambre de hasta 3 cm con tubo estaminal incluido. Sus legumbres son grandes planas y lineales, de 10 a 30 cm de largo y de 2 a 4 cm de ancho. Los frutos secos permanecen mucho tiempo en los árboles y producen un sonido característico al ser movidos por el viento (Skerman *et al.*, 1991)

II.5.4 Principales productos y utilización.

Esta especie se ha utilizado tradicionalmente como planta de sombra y ornato por la belleza de sus flores amarillas. Con frecuencia se le encuentra a los largo de las orillas de los caminos, en potreros, parques y jardines, así como en plantaciones de café y té.

La madera se utiliza para leña y carbón, fabricación de muebles y gabinetes, artículos torneados, chapa, parquet, artesonados, carretería, postes y construcción en general (Niembro, 1986). En Asia se ha utilizado para la elaboración de las puertas de los templos chinos.

La corteza produce una sustancia colorante que se utiliza localmente para teñir redes de pescar y curtir pieles. El extracto de la corteza ha sido empleado como astringente en medicina casera (Niembro, 1986)

Las flores de *A. lebbbeck* producen miel de excelente calidad debido a su abundante producción de néctar y polen.

A. lebeck produce abundante follaje de alto valor nutritivo que puede ser ramoneado o cortado manualmente para la alimentación del ganado (Soca y Simón, 1998). Es una especie muy prometedora, parece tener potencial para incrementar la producción en pastoreo en sistemas extensivos de los trópicos, donde el principal problema es la baja calidad de los pastos, que constituyen la dieta basal (Lowry *et al.*, 1994). Bajo estas circunstancias *A. lebeck* podría representar una alternativa ya sea como suplemento, o mediante el mejoramiento de la calidad y productividad del pasto.

A. lebeck ha sido identificado como un árbol multipropósito en diversos países (Nigeria, Cuba, Australia, India, México) de diferentes continentes; en estos países, la observación a nivel de campo de la gustosidad de su follaje por parte de los animales, ha motivado su evaluación sistemática, en donde se ha destacado su contenido de proteína cruda y su contribución como suplemento para incrementar la producción animal (Soca y Simón, 1998; Cáceres, 1998; Lowry, 1989)

II.6 *Erythrina americana*. Mill.

II.6.1 Nombres comunes.

Colorín, pito, patol, chacmolché, moté **México** (Niembro, 1986).

II.6.2 Origen y distribución.

A diferencia de muchos otros géneros de leguminosas forrajeras arbóreas, *Erythrina* es una especie pantropical, constituida por 112 especies, 70 neotropicales, 31 Africanas y 12 Asiáticas. El género probablemente es de origen Sud Americano, pero la habilidad de las semillas para flotar y retener la viabilidad después de prolongada inmersión en agua salada, aunado a los probables ambientes riverinos, costeros y estuarinos habitados por la especies ancestrales, resultaron en una distribución mundial (Kass, 1994).

En México se distribuye en el estado de México, Puebla, Veracruz, Tabasco, Chiapas y Yucatán (Niembro, 1986).

II.6.3 Descripción botánica.

E. americana pertenece a la subfamilia Faboideae de la familia Leguminosae.

El tronco, ramas jóvenes, pecíolos y peciolulos de la mayoría de las especies de *Erythrina* poseen espinas cónicas, romas con puntas recurvadas. Las hojas son pinadamente trifoliadas, generalmente racimadas en las terminales de las ramas, los folíolos son ovados extendidos, elípticos, generalmente deltoides o romboides, enteras, con los folíolos laterales generalmente asimétricos; el folíolo terminal es el más largo y simétrico, las estípulas son gordas en forma de glándula y se tornan negras por acción del secado, usualmente hay una en la base de los folíolos laterales y se encuentran en pares en la base del folíolo terminal, donde se presentan pequeñas, ovaladas o lineares, caducas o persistentes. Las especies de *Erythrina* exhiben gran diversidad en la estructura floral, en la orientación de la inflorescencia, morfología del fruto, coloración de la semilla y ornamentación epidermal y vestidura del follaje y cálices (Kass, 1994).

Erythrina americana, es un árbol de 7 a 10 metros de altura, caducifolio, con ramas espinosas; los folíolos son de 7 a 22 cm de longitud, sin pubescencia, con flores rojas, semillas de 10 a 12 mm de longitud usualmente escarlatas (Standley, 1926).

II.6.4 Principales productos y utilización.

Los árboles pertenecientes a este género están identificados como recursos multipropósito por excelencia. El moté posee una gran diversidad de usos que van desde el ornato por la belleza y colorido de sus flores (del griego *erythros*: rojo); su fácil reproducción por estaca la hace una especie preferida por los ganaderos para el establecimiento de cercas vivas; pero uno de sus usos más importantes es su cultivo como planta de sombra en plantaciones de cacao y café.

La madera es muy suave y ligera y solo se utiliza localmente en la manufactura de tapones para botella (corcho), esculturas, tablas para clavar insectos y flotadores (Standley, 1926; Niembro, 1986).

Las flores fritas o hervidas son muy apreciadas como complemento alimenticio.

La diversidad, abundancia y distribución de las especies pertenecientes al género *Erythrina*, está representado en la gran cantidad de estudios que se hacen en muchas regiones del mundo sobre su potencial forrajero y valor nutritivo. Se sabe que diversas especies de *Erythrina* producen alcaloides con propiedades semejantes a los del curare, sin embargo, estos alcaloides parecen estar más concentrados en las semillas y en la corteza que en las hojas, de hecho; la corteza se utiliza en algunos lugares para envenenar animales nocivos y en pequeñas cantidades como agente hipnótico en medicina casera (Niembro, 1986). Los diversos ensayos de alimentación con *Erythrinas* en ganado bovino y caprino no muestran efectos secundarios en los animales (Kass, 1994).

Las investigaciones destacan el contenido de PC de diferentes especies, que llegan a alcanzar niveles de hasta 42%. En general se ha observado que con diversas especies de *Erythrinas*, se logran buenas producciones de leche y ganancia de peso en rumiantes cuando estas especies se emplean como suplemento de dietas basales de forrajes de bajo contenido nutricional. La utilización de estas *Erythrinas* no ha tenido efectos sobre el contenido de grasa, proteína y sólidos totales en la leche, y el uso de estos follajes constituye una alternativa de suplementación proteica más económica que las proteínas tradicionales para la producción de leche y ganancia de peso (Camero, 1995).

II.7 *Morus alba*

II.7.1 Nombres comunes.

Morera (Sánchez, 2000), Amoreira (Brasil), Maulbeerbaum (Alemán), Mulberry (Inglés), Kurva, Tut (Africa) (Vallejo y Oviedo, 1994).

II.7.2 Origen y distribución.

Morus alba originario de China, es un árbol o arbusto de zona templada, pero a través de proyectos de producción de seda, su cultivo se ha extendido a todo el mundo y se le considera "cosmopolita", encontrándosele desde áreas templadas del noroeste y centro de Asia, Europa y Norte América, por los trópicos de Asia, Africa y LatinoAmérica, hasta el hemisferio sur (Sur de Africa y SudAmérica), por tanto, a *Morus alba* se le encuentra desde

el nivel del mar hasta los 2500msnm. Existen muchas variedades en los trópicos (FAO, 1990).

II.7.3 Descripción botánica.

M. alba pertenece al orden de los Urticales, familia Moraceae y género Morus, del cual se conocen más de 30 especies y alrededor de 300 variedades. Es un árbol o arbusto pequeño con hojas verde claro, brillosas, con venas prominentes, blancuzcas por abajo, la base de las hojas es asimétrica, las ramas grises a grises amarillentas. Frutos de color morado y blanco que miden de 2 a 6 cm de largo y son dulces (Vallejo y Oviedo, 1994).

II.7.4 Principales productos y utilización.

El principal uso de la morera es como alimento para el gusano de seda, pero dependiendo de la localidad, también es apreciada por su fruto en países mediterráneos (consumido fresco, en jugo o como conserva). Como un vegetal delicioso (hojas y tallos tiernos) es consumida por mujeres lactantes. Por sus propiedades medicinales, en China es utilizada en infusiones (té de hoja de morera) para el tratamiento de la diabetes. Es plantada en caminos y carreteras para formar sombras y como ornamental (Vallejo y Oviedo, 1994).

El follaje de elevada digestibilidad (70-90%) y de altos contenidos proteicos (15-28%) es excelente para animales domésticos. En China, India y Afganistán, la morera es utilizada tradicionalmente como alimento en dietas a base de mezclas de forrajes para rumiantes. En Italia ha habido diversos estudios sobre el uso de la morera en vacas lecheras y otros animales domésticos (Talamucci y Pardini, 1993).

Sin embargo, no fue sino hasta la década de los ochentas, que en Latinoamérica se dio especial interés en el cultivo y uso de la morera como alimento para rumiantes. Es sorprendente, que una planta que había sido desarrollada para calidad y producción de hoja para alimentar al gusano de seda, haya recibido poco interés por productores, técnicos e investigadores. De hecho, como en otros muchos momentos significantes de la ciencia y tecnología, el descubrimiento del valor nutritivo de la morera como alimento de alta calidad, se dio casualmente, cuando un granjero de Costa Rica, de ascendencia China, y a raíz de su fracaso en un proyecto de producción de seda, optó por alimentar a sus cabras

con las hojas de morera, quedando sorprendido por su aceptación y por la respuesta productiva de los animales. El granjero comentó su experiencia a investigadores del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza de Turrialba, Costa Rica, y estos investigadores incluyeron a la morera dentro de su programa de evaluación en árboles forrajeros, en donde han conducido exitosos ensayos agronómicos y de alimentación (Sánchez, 2000).

III. HIPOTESIS

El follaje de las especies *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*, representa un recurso alternativo para la alimentación de rumiantes en el estado de Tabasco.

IV. OBJETIVOS

IV.1 OBJETIVO GENERAL

Generar información local, preliminar, sobre el valor nutritivo del follaje de *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*

IV.1.1 Objetivos específicos

Evaluar la composición nutritiva del follaje de *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*

Determinar el contenido de factores antinutricionales en el follaje de *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*

Determinar la digestibilidad *in vitro* y degradabilidad *in situ* de los follajes de *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*

Determinar el consumo voluntario del follaje de *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*, así como la ganancia diaria de peso en borregos pelibuey alimentados con el follaje de estas tres especies.

III. HIPOTESIS

El follaje de las especies *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*, representa un recurso alternativo para la alimentación de rumiantes en el estado de Tabasco.

IV. OBJETIVOS

IV.1 OBJETIVO GENERAL

Generar información local, preliminar, sobre el valor nutritivo del follaje de *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*

IV.1.1 Objetivos específicos

Evaluar la composición nutritiva del follaje de *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*

Determinar el contenido de factores antinutricionales en el follaje de *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*

Determinar la digestibilidad *in vitro* y degradabilidad *in situ* de los follajes de *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*

Determinar el consumo voluntario del follaje de *Albizia lebbbeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*, así como la ganancia diaria de peso en borregos pelibuey alimentados con el follaje de estas tres especies.

V. MATERIALES Y METODOS

La investigación consistió principalmente de dos fases. La primera fase contempló los análisis de laboratorio que permitieron determinar la composición nutritiva de los follajes, el contenido de factores antinutricionales, así como la digestibilidad *in vitro*. La segunda fase comprendió las pruebas biológicas que consistieron en la determinación de la digestibilidad ruminal de la materia seca, la prueba de consumo voluntario de los follajes y la determinación de la ganancia de peso de borregos pelibuey alimentados con el follaje de las especies *Albizia lebeck*, *Erythrina americana* y *Morus alba*, que son referidas de aquí en adelante como cabellos de ángel, moté y morera respectivamente.

V.1 Colecta del Follaje

Para la colecta se ubicaron dos sitios del Estado de Tabasco, que aseguraran la suficiente provisión de follaje (hojas con pecíolo) de cabellos de ángel, morera y moté, para llevar a cabo los análisis de laboratorio programados, las evaluaciones de digestibilidad, la prueba de consumo y de ganancia de peso. Previo al análisis de las especies colectadas, se corroboró su clasificación taxonómica de acuerdo a ejemplares encontrados en los herbarios de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) y en el herbario de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El follaje de morera y moté se colectó en el campo experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, el cual se encuentra localizado en el municipio de Cárdenas, en el km 100 de la carretera Coatzacoalcos-Villahermosa, a 18° 00' de latitud norte y a 93° 30' de longitud oeste, con una altitud de 9 msnm, una temperatura media anual de 25.9°C y 2.163 mm de precipitación (Trujillo, 1987), con un clima Am(f)w''(i')g de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1988). Los suelos del campo experimental son fluvisoles éutricos, fértiles, arcillosos (Palma, 1985).

El moté se cortó de las cercas vivas que se encuentran en el rancho ganadero del campo experimental. La morera se obtuvo en el mismo rancho ganadero, a partir de una plantación en proceso de establecimiento. La edad del follaje de moté se estima en aproximadamente 3 meses; mientras que el follaje de morera se estima en aproximadamente 9 meses.

Cabellos de ángel se colectó de una plantación que se ha estado estableciendo en el Centro Regional Universitario del Sureste de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado en la comunidad de Vicente Guerrero del municipio de Teapa, Tabasco, a 17° 34' de latitud norte y 92° 56' de longitud oeste: 70 msnm, 26°C de temperatura media anual y una precipitación pluvial de 3.975.5 mm promedio anual (Ramírez, 1997). El clima que existe en el área es cálido húmedo con lluvias todo el año del tipo Af(m)w(i)g (García, 1988). El tipo de suelo donde se ubica el Centro Regional está clasificado como acrisol y cambisol de color rojo y textura arcillosa (Larios y Hernández, 1992). La edad del follaje de cabellos de ángel era de 5 meses.

V.2 Fase de Laboratorio

V.2.1 Composición química y antinutricional del follaje.

Los análisis correspondientes se llevaron a cabo en los laboratorios del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán". El follaje de las especies analizadas, representó una muestra del alimento que fue ofrecido a los animales durante la prueba de consumo voluntario. El follaje se secó en una estufa a 60°C durante 48 hrs, posteriormente se molió en un molino de cuchillas con una criba de 2 mm.

Las determinaciones correspondientes al análisis químico proximal que se realizaron al follaje (hojas con pecíolo) de las leñosas evaluadas, corresponden a los métodos establecidos por la A.O.A.C. (1990) y comprenden el contenido de humedad (método 930.04), proteína cruda **PC** por el método de Kjeldahl ($N \times 6.25$)(método 955.04) y cenizas **Cen** (por calcinación a 550°C) (método 930.05).

La energía metabolizable **EM** se obtuvo mediante la ecuación desarrollada por Martín (1982) a partir de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca **DIVMS** $[-0.11+0.038(\text{DIVMS})]$. El análisis de fracciones de fibra [fibra neutro detergente **FND**, fibra ácido detergente **FAD**, (**FND-FAD**=hemicelulosa), celulosa, lignina y sílice, se realizó en base a la técnica descrita por Van Soest *et al.* (1991) Los compuestos antinutricionales analizados comprendieron las determinaciones de glucósidos cianogénicos, saponinas y taninos (ácido tánico) mediante las técnicas descritas por Stahr, 1975). El contenido de alcaloides se determinó por medio de cromatografía de capa fina, utilizando el reactivo de subnitrito de bismuto para identificar alcaloides con grupos indólicos (Stahr, 1975).

V.2.2 Digestibilidad *in vitro* de la MS del follaje

La prueba de digestibilidad *in vitro* del follaje de cabellos de ángel, morera y moté, se llevaron a cabo siguiendo la técnica descrita por Tilley y Terry (1963) y por Minson y McLeod (1972).

V. 3 Pruebas Biológicas

V.3.1 Digestibilidad *in situ* de la MS del follaje.

La degradabilidad ruminal *in situ* de la MS de los follajes se llevó a cabo en el campo experimental del Colegio de Postgraduados en el mes de agosto del 2000. Para la determinación se utilizaron dos toros fistulados a nivel ruminal, media sangre Holstein X Cebú. Los animales pastoreaban de las 8 a las 14 hrs en un potrero de estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), y posteriormente se estabulaban para suministrarles caña de azúcar rociada con una solución de urea al 1.5%, más sales minerales y agua *ad libitum*. La degradabilidad se midió a las 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 horas mediante la técnica de la bolsa de nylon (Orskov *et al.*, 1980); cada follaje tuvo un duplicado por hora y por animal, y los resultados fueron ajustados al modelo exponencial propuesto por Orskov y McDonald (1979) mediante la ecuación $p = a + b(1 - \exp^{-ct})$, en donde *a*, *b* y *c* representan las constantes de degradación., *p* es el porcentaje de degradación al tiempo *t*; *a* es la fracción rápidamente

soluble al tiempo de 0 hrs; *b* es la fracción insoluble pero potencialmente degradable; *c* es la tasa de degradación de *b*, y *t* es el tiempo de incubación.

V.3.2 Consumo voluntario y ganancia de peso de ovinos pelibuey.

Las pruebas de consumo voluntario y de ganancia de peso se realizaron en las instalaciones de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, al final de la época de seca (principios julio del 2000). La División Académica se encuentra localizada en el municipio de Teapa, que se encuentra ubicado a 17° 32' de latitud norte y 92° 57' de longitud oeste, una altitud de 50 msnm, 26°C de temperatura media anual y 3,319.3 mm de precipitación media anual, con un clima Af (INEGI, 1998).

V.3.2.1 Animales, alojamientos e instalaciones.

Se utilizaron 9 borregos pelibuey machos enteros, los cuales promediaron un peso de 18.5 ± 2.6 kg.

Los animales se alojaron individualmente en corrales de 2 X 1.5 m, techados, con piso de cemento y cama de arena, los corrales estaban provistos de comedero y bebedero.

Los borregos se desparasitaron con Albendazol una semana antes del inicio del experimento.

V.3.2.2 Diseño experimental.

Los 9 ovinos se dividieron en tres tratamientos, correspondientes a los follajes de cabellos de ángel, morera y mote.

La prueba comprendió un periodo experimental de 21 días, de los cuales los primeros 8 correspondieron al periodo de adaptación, en donde se sustituyó paulatinamente el pasto base (pasto taiwán) por el follaje arbóreo. Al término de los primeros 8 días, los animales consumían como dieta única el follaje de las leñosas. Los 13 días restantes fueron del periodo de evaluación. El consumo voluntario de follaje se midió por diferencia entre lo ofrecido y lo no consumido. El follaje se ofreció *ad libitum* diariamente dividido en dos tomas de alimento, la primera se suministró a las 8:00 hrs y la segunda a las 15 hrs; el

follaje no consumido se recogió y se peso diariamente antes de ofrecer el follaje de las 8:00 hrs.

Para registrar la ganancia promedio diaria de peso, los animales se pesaron al inicio del periodo de adaptación, al inicio del periodo de evaluación y posteriormente a los 7 y 13 días de iniciado el periodo de evaluación.

V.3.2.3 Análisis estadístico.

Los resultados del experimento fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) de acuerdo a un diseño completamente al azar, tomando el peso inicial como covariable. El modelo estadístico utilizado para el análisis de los resultados está representado por la ecuación: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta(x_{ij} - \bar{x}_{\cdot}) + \varepsilon_{(ij)}$

Donde:

Y_{ij} = valor de todas las observaciones

μ = media general de las observaciones

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β = coeficiente de regresión (efecto de la covariable)

x_{ij} = valor de la variable concomitante (covariable)

$\varepsilon_{(ij)}$ = error aleatorio

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1985).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

VI.1 Composición Química.

En el cuadro 5 se muestra la composición química de los tres follajes evaluados. El contenido de PC del follaje de moté (14.8%), está por debajo en relación a la mayoría de los informes en varias especies de *Erythrinas*, que muestran un promedio de $26.7\% \pm 6.6$ (n=12) y un rango de 19.3 a 42.0% (Larbi *et al.*, 1996a; Camero, 1995; Kass, 1994). El nivel de PC del moté es menor al nivel medio (22.0 %) encontrado por Reyes y Jiménez (1999) para esta misma especie. en la región de la Sierra de Tabasco.

El contenido de PC de la morera (16.1%), está por debajo al promedio registrado para esta especie ($\bar{x} = 20.1\% \pm 4.2$ n=22) con un rango que va de 14 a 27.6% (Hernández *et al.*, 1999; Shayo, 1997; González *et al.*, 1999a)

En el caso de cabellos de ángel. el contenido de PC (19.8%), está cercano al promedio generalmente encontrado para esta especie ($\bar{x} = 21.6\% \pm 4.3$ n=10) mostrando un rango de 15.6 a 30.5% (Dwatmatdji. *et al.*, 1992. Lowry, 1989; Simón *et al.*, 1992).

Los niveles de PC en el follaje de las especies evaluadas, supera de manera notable los niveles que poseen las gramíneas nativas e introducidas mas comunmente utilizadas en el Estado de Tabasco (v. gr. *Pennisetum purpureum* (7.7%); *Panicum maximum* (7.2), *Digitaria decumbens* (8.4); *Cynodon plectostachyus* (10.1%); *Brachiaria decumbens* (8.45%) y *Brachiaria brizantha* (7.2%) (Meléndez *et al.*, 1980; Bolaños *et al.*, 1995) las cuales representan la base de la alimentación de los rumiantes en la región (Aranda y Osorio 1996). Por lo anterior, los follajes evaluados, podrían representar una fuente de proteína suplementaria para los animales en pastoreo.

A diferencia del contenido de PC, en el cuadro 5 es importante destacar que el contenido de minerales en el follaje de moté (10.4%), cabellos de ángel (7.4%) y morera (13.9%). se ubica por arriba del promedio encontrado de 6.64 % en leguminosas forrajeras tropicales (Norton, 1994a); 7.2% (Topps, 1992) y 7.6% (Norton y Poppi, 1995).

Una característica distintiva de la morera, son los diferentes datos que en su gran mayoría muestran niveles elevados de minerales. con un promedio de 13.5% y hasta 25% de cenizas (Sánchez, 2000).

Cuadro 5. Composición química (en base a MS) de los follajes (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.

Composición	Especies		
	Cabellos de ángel	Morera	Moté
MS (%)	30.0	26.1	21.8
PC (%)	19.8	16.1	14.8
Cen (%)	7.4	13.9	10.4
FND (%)	53.76	39.21	54.44
FAD (%)	31.28	23.99	40.15
Hemicelulosa (%)	22.48	15.22	14.29
Celulosa (%)	20.81	12.02	20.58
Lignina (%)	10.48	8.07	18.25
Sílice (%)	0.39	3.9	2.05

Con respecto a las fracciones de fibra (cuadro 5), se observa que el contenido de pared celular fue de 54.44% para el moté y de 53.76% en el caso de cabellos de ángel. El contenido de FAD de moté y cabellos de ángel es de 40.1 y 31.3% respectivamente.

El contenido de FND (54.44%) y FAD (40.15%) del moté, concuerda con el observado en Tabasco, para esta misma especie, por Reyes y Jiménez (1999), quienes encontraron un 59.6% de pared celular y 41.6% de FAD.

El nivel de lignificación de la pared celular encontrado en esta evaluación es de 18.25 y 10.48%, para moté y cabellos de ángel respectivamente.

Los respectivos promedios y rangos del contenido de FND, FAD y lignina en 20 procedencias (7 especies) de *Erythrina*s encontrados por Larbi *et al.* (1996a), fueron de (50.27%), (35.6-60.7%) para FND; (36.97%), (26.6-44.8%) para FAD y de (10.48%), (4.6-13.5%) para lignina. El contenido de fracciones de fibra del moté (54.44% FND, 40.15% FAD y 18.25% lignina) se encuentra en el rango superior observado por los autores mencionados anteriormente.

Existe un número importante de evidencias con pastos y leguminosas forrajeras, que indican que a medida que se incrementa la madurez en las plantas, disminuye el contenido de PC y se incrementa el contenido de paredes celulares, así como la lignificación de estas (Minson, 1990).

El elevado nivel de lignina hallado en el follaje de moté (18.25%), coincide con el relativamente bajo nivel de proteína cruda encontrado en este follaje (14.8%), en relación a lo registrado para esta misma especie y para otras especies de *Erythrinas*. Meléndez (2001), trabajando con moté en Tabasco, encontró, que cuando esta especie se cortó cada 30 días, presentó un 18.6% de PC, este contenido disminuyó conforme aumentó la frecuencia de corte hasta los 90 días (14.2%), ya que cuando se cortó a los 120 días el contenido de proteína volvió a elevarse (17.7%), lo cual posiblemente se haya debido a una remoción foliar en la planta.

La edad de los árboles de moté evaluado en la presente investigación, proveniente de cercos vivos se estima en años, sin embargo, es probable que en el momento de la evaluación, el follaje de los árboles (principios de Julio), presentaba características de un poco más de 90 días de edad, ya que, fenologicamente en el Estado de Tabasco, esta especie pierde "parcialmente" su follaje en el mes de febrero, recuperándolo totalmente hacia finales del mes de marzo y mediados de abril. De hecho, el valor de PC del moté, obtenido en este estudio (14.8%) coincide con el menor nivel proteico señalado por Meléndez (2001), para el moté, a los 90 días de edad. A pesar de esta coincidencia, el contenido de PC del moté debe considerarse como bajo, ya que la fracción analizada por Meléndez, consistió de la planta entera, la cual se sabe tiene menor valor nutricional que una fracción representada por hojas y pecíolos (Cobos, et al; 2000), como fue el caso del presente estudio.

En el caso de cabellos de ángel, es importante destacar los datos registrados para esta misma especie, en el Suroeste de Nigeria por Larbi, *et al.* (1996b) (42.0% FND, 30.3% FAD y 6.0% lignina) y por Larbi, *et al.* (1996c) (35.9% FND, 23.6% FAD y 7.2% lignina). La magnitud de las diferencias con respecto a este estudio, no parece ser explicada por otros factores (edad de la planta, fracción de la planta analizada, etc.) que se sabe, también influyen en la composición química de los follajes.

Borel (1990) menciona, que como consecuencia de la alta diversidad en poblaciones que nunca han sido seleccionadas, se observa una gran variabilidad entre individuos de una misma especie, con respecto a la composición química, aún cuando se trate de estratificar a la población por diferentes criterios de tipo dasométrico (diámetro a la altura del pecho,

diámetro de la copa, altura, diámetro de la base del tronco o suma del diámetro de las ramas principales, etc.) Kumar y Toky (1994), atribuyeron al componente genético, gran parte de la significativa variación hallada en la composición química del follaje de *A. lebbeck*, cultivada y cosechada en la región árida del norte de la India a partir de semillas de diferentes procedencias. Lo anterior sugiere que dentro de una misma especie, puede existir variación genética que permita seleccionar material de valor superior, para determinadas condiciones edafoclimáticas.

En relación a las otras fracciones de fibra, moté y cabellos de ángel presentaron contenidos de celulosa de 20.58 y 20.81% respectivamente; los correspondientes niveles de hemicelulosa fueron de 14.29 y 22.48% para moté y cabellos de ángel.

El contenido de fracciones de fibra de la morera (cuadro 5), presenta diferencias importantes, en relación a lo que generalmente se conoce para el follaje de las leñosas forrajeras. Sin embargo, el contenido de FND (39.21%) y de FAD (23.99%), hallado en la presente investigación, es mayor al nivel medio documentado por Sánchez (2000) para la morera (25.9% FND y 22.3% FAD). Al igual que con el moté, los relativamente elevados niveles de fracciones de fibra, están asociados a un nivel moderado de proteína cruda hallado en la morera (16.1%). Aunque el contenido de PC de morera, coincide con el que Meléndez (2001) ha determinado para este follaje (16%) en el Estado de Tabasco, en este aspecto, al igual que con el moté, hay que considerar que la fracción analizada por Meléndez, consistió en la planta entera.

Resultará interesante por tanto, estudiar otros factores (fin del estiaje, efecto de sitio, etc.) que pudieran estar influyendo en los moderados niveles de PC y en los elevados niveles de fracciones de fibra del follaje de moté y morera.

En cuanto al contenido de hemicelulosa y celulosa la morera presentó niveles de 15.2 y 12.0% respectivamente. La morera presentó un característico bajo nivel de lignina (8.1%) (Sánchez, 2000)

A pesar de que en el Estado de Tabasco no existen diferencias climáticas y ambientales tan marcadas entre las regiones del estado (Ríos, Centro, Sierra y Chontalpa), es muy probable que la calidad de los follajes varíe entre estas regiones. Salió de los propósitos de la investigación, realizar un estudio de distribución y abundancia de las

especies evaluadas, y, por lo mismo, de la variación que el efecto de sitio pudiera ejercer sobre la composición química de las especies, máxime, que la presencia de cabellos de ángel y morera se restringen a pequeñas plantaciones en proceso de establecimiento.

No obstante lo anterior, en el presente trabajo se consideró y se cumplió, la recomendación de Borel (1990), quien señala un número mínimo de 10 individuos (o muestras) por tratamiento o estrato y por repetición, hasta un máximo de 30-40 individuos.

VI.2 Factores Antinutricionales.

En relación al contenido de factores antinutricionales, no se detectaron saponinas ni glucósidos cianogénicos; lo cual no quiere decir necesariamente que los follajes analizados no contengan este tipo de compuestos, si no que no poseen la cantidad suficiente para ser detectados con las pruebas realizadas (cuadro 6).

El contenido de taninos (cuadro 6), medido como gramos de ácido tánico por 100 gramos de MS, fue de 3.41 para cabellos de ángel, 2.65 para moté y 2.2 en morera.

Con respecto al contenido de alcaloides (cuadro 6), el moté fue la única especie que mostró una respuesta positiva al reactivo de subnitrato de bismuto, el cual identifica alcaloides con grupos indólicos.

Se sabe que diversas especies de *Erythrinas*, han producido alcaloides con propiedades semejantes a los del curare, sin embargo, estos alcaloides parecen estar más concentrados en las semillas y en la corteza que en las hojas. Los diversos y numerosos ensayos de alimentación con *Erythrinas* en ganado bovino y caprino no indican efectos secundarios en los animales (Kass, 1994).

Al igual que con el moté, los compuestos secundarios asociados con *A. lebeck*, se han encontrado generalmente en la corteza, flores y semillas, y no en las hojas. No obstante, Ahn *et al.* (1989) encontraron un contenido de 2.22% de compuestos fenólicos totales en las hojas de *A. lebeck*, las cuales no presentaron taninos condensados. Otros compuestos secundarios obtenidos del árbol *A. lebeck*, han sido un amplio rango de esteroides en las flores (taxerol, cicloartemol, lupeol, campesterol y sitosterol) y una saponina en el extracto de las raíces (ácido equinocístico) (Norton, 1994b).

Cuadro 6. Contenido de factores antinutricionales en el follaje (hojas con peciolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté			
Factores antinutricionales	Especies		
	Cabellos de ángel	Morera	Moté
Ac. Tánico (g/100 g)	3.41	2.2	2.65
Glucósidos cianogénicos	--	--	--
Saponinas	--	--	--
Alcaloides (grupos indólicos)	--	--	+ (RF= 1.38)*

--) respuesta negativa a las pruebas

*) (+) positivo. RF con respecto a estricnina

VI.3 Degradabilidad *in situ* de la MS.

En el cuadro 7 se observa que los tres follajes difieren significativamente en la extensión de la degradabilidad ruminal de la MS a las 96 horas. En este cuadro es de destacar la considerable y significativamente mayor extensión de DISMS (96 hrs) encontrada con morera (86.05%), en comparación a cabellos de ángel (59.7%) y moté (46.9%).

De igual manera se puede apreciar que no existen diferencias en la tasa de degradabilidad entre morera y moté.

No obstante la menor extensión de la degradabilidad del moté, su tasa de degradabilidad es significativamente mayor a la de cabellos de ángel.

En el cuadro 7 se puede apreciar que el 95% de la degradabilidad máxima en los tres follajes se alcanza a las 48 horas de incubación.

Los datos sobre degradabilidad *in situ* de la morera (a= 24.69%, a+b= 86.05%, c= 0.0652) hallados en la presente investigación, coinciden con los más sobresalientes obtenidos para las hojas y tallos tiernos de la morera en Cuba (a= 27.83%, a+b= 76.8%, c= 0.0300) (González *et al.*, 1999a) y para las hojas de esta misma especie, cultivada en Yucatán, México (a= 35.72%, a+b= 99.71%, c= 0.0621) (Sanginés *et al.*, 1999).

Cuadro 7. Degradabilidad *in situ* de la MS del follaje (hojas con peciolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.

Parámetros	Especies			
	Cabellos de ángel $\bar{x} \pm EE$	Morera $\bar{x} \pm EE$	Moté $\bar{x} \pm EE$	P
FS	29.68±0.21a	24.69±1.79ab	21.0±0.77b	<0.01
ED (6 hrs)	32.35±2.3a	41.2±1.82b	25.95±3.2c	<0.05
ED (24 hrs)	38.85±1.07a	59.7±3.3b	32.4±1.93a	<0.01
ED (48 hrs)	53.7±2.25a	86.0±0.55b	44.7±2.31c	<0.05
ED (96 hrs)	59.7±0.26a	86.0±0.5b	46.9±0.7c	<0.01
td	0.0327±0.012a	0.0652±0.023b	0.0652±0.017b	<0.05
Ac. Tánico (g/100 g MS)	3.41	2.2	2.65	

EE error estándar

Medias dentro de una línea seguidas por una misma literal, no difieren significativamente.

FS/ fracción soluble al tiempo 0 hrs (a)

ED/ extensión de la degradabilidad (a+b)

td/ tasa de degradabilidad/hr (c) según modelo $p = a + b(1 - e^{-ct})$

El considerable menor contenido de FND (42.0 y 35.9%); FAD (30.3 y 23.6%) y lignina (6.0 y 7.2%) de especies de *A. lebbeck* evaluadas en Nigeria, por Larbi *et al.* (1996b) y por Larbi *et al.* (1996c) respectivamente, se ven igualmente reflejadas en las extensiones y tasas de degradabilidad ruminal ($c = 0.0392$, $a+b = 80.2\%$) (Larbi *et al.*, 1996b); ($c = 0.1554$, $a+b = 79.5\%$) (Larbi *et al.*, 1996c) que son muy superiores a las observadas con la *A. lebbeck* del presente estudio ($c = 0.0327$, $a+b = 59.7\%$).

La DISMS del moté, es menor (46.9%) al rango inferior (50 a 83%) registrado por Larbi *et al.* (1996a) en 20 procedencias (7 especies) de *Erythrinus*.

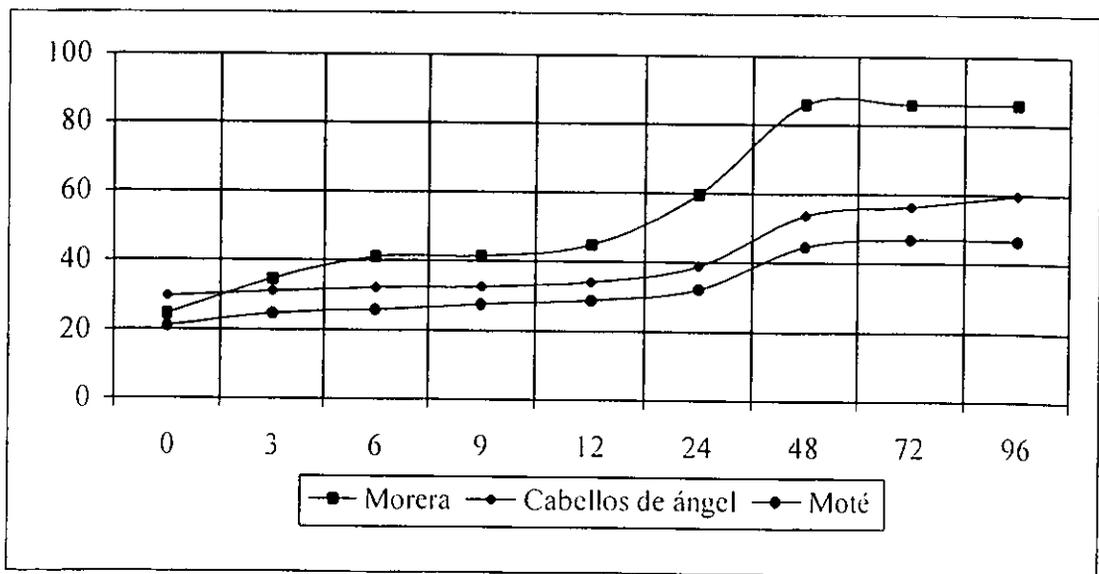
Es muy probable que la composición química de la morera, baja en fracciones de fibra y ácido tánico (2.2%), así como niveles aceptables de proteína, se hayan reflejado en una elevada tasa (0.0652) y extensión de la DISMS (86.05%). En este mismo sentido, los elevados niveles de pared celular y de lignina en el follaje de moté, parecen haber sido reflejados en la baja y en la significativamente menor extensión de la degradabilidad observada a las 96 horas (46.9%) en los follajes evaluados, a pesar incluso, de que cabellos de ángel posee un mayor contenido de ácido tánico (3.41%) que el moté (2.65%).

Ahn *et al.* (1989), observaron que en general, aquellos follajes arbóreos que presentaron los niveles más bajos de taninos condensados, fueron los que mostraron las digestibilidades *in situ* de la MS más elevadas. Sin embargo, estos investigadores concluyeron que el nivel de taninos no representa un indicador confiable de la digestibilidad *in situ* de la MS, ya sea que el contenido de taninos sea obtenido por el método de Vanilina-HCl ($r = -0.59$), por el método de Butanol-HCl ($r = -0.26$) o cuando los taninos sean medidos como compuestos fenólicos totales ($r = -0.55$).

Ahn *et al.* (1989), muestran el contenido de fenoles totales (taninos hidrolizables y condensados) de *A. chinensis* (5.93%) y de *A. lebbeck* (2.22%), con sus respectivas degradabilidades *in situ* de la MS a las 48 hrs. (33.0 y 58.1%). Se observa una relación entre estos resultados y el de *A. lebbeck* del presente estudio, que mostró un contenido de ácido tánico de 3.41 g/100gMS con una degradabilidad *in situ* de la MS del 53.7% a las 48 hrs.

Como se aprecia en la figura 1 y a partir de los datos del cuadro 7, los principales incrementos en la degradabilidad de la MS de cabellos de ángel, se observan de las 24 a las 48 horas; con respecto a la morera, estos incrementos se observan constantemente desde las 0 horas a las 48 horas. En relación al moté, es de las 6 a las 48 horas, donde se registran los cambios más importantes.

Figura 1. Cinética observada de la DISMS del follaje (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Mote.



En diversos trabajos de investigación, se ha convenido en determinar la degradabilidad efectiva con base en una tasa de pasaje (k) de (0.04/h), que supuestamente está de acuerdo con la retención ruminal promedio en este tipo de dietas. Si esto es correcto, aplicando la fórmula propuesta por McDonald (1981), en donde la degradabilidad efectiva (DE) es igual a $a+(bc/c+k)$, se obtiene que la DE para cabellos de ángel, morera y moté es de 31.02, 62.71 y 37.05% respectivamente; los valores de DE calculados, se aproximan bastante a los niveles de degradabilidad obtenidos a las 24 horas para los tres follajes en cuestión.

VI.4 Digestibilidad *in vitro* de la MS.

En el cuadro 8 se puede observar la significativamente menor digestibilidad de los follajes de moté (61.65%) y cabellos de ángel (63.51%), en comparación a la digestibilidad observada con morera (86.05%). Los follajes de moté y cabellos de ángel, también mostraron los mayores contenidos de FND, FAD y lignina. Dzewela *et al.* (1995), obtuvieron coeficientes de correlación de (-0.78), (-0.71) y (-0.80) para FND, FAD y lignina respectivamente, con relación a la DIVMS, en diversas especies de leñosas forrajeras.

Cuadro 8. Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS y MO del follaje (hojas con peciolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.				
Parámetros	Especies			P
	Cabellos de ángel $\bar{x} \pm EE$	Morera $\bar{x} \pm EE$	Moté $\bar{x} \pm EE$	
DIVMS (%)	63.51 \pm 0.53a	86.05 \pm 1.46b	61.65 \pm 0.51a	<0.01
DIVMO (%)	63.86 \pm 0.62a	91.53 \pm 1.45b	62.03 \pm 0.59a	<0.01
Ac. Tánico (g/100 g MS)	3.41	2.2	2.65	

EE error estándar

Medias dentro de una línea seguidas por una misma literal, no difieren significativamente.

En contraste a lo observado con la DISMS (cuadro 7), las diferencias en cuanto a fracciones de fibra entre cabellos de ángel y moté, no se ven reflejadas en la DIVMS. La evidencia sugiere que el mayor contenido de ácido tánico de cabellos de ángel, pudiera haber contrarrestado el efecto del menor contenido de pared celular y lignificación de esta

especie vs moté. sobre la DIVMS. En este sentido, Valerio (1994) concluyó, que el método de Folin-Denis, que mide a los taninos como g de ácido tánico/100 g de muestra, fue el que presentó la mayor correlación ($r = -0.82$), entre el contenido de taninos y la digestibilidad *in vitro* de la MS. en comparación a los métodos de precipitación con Iterbio ($r = -0.77$), Vanilina en medio ácido ($r = -0.47$), y Butanol en medio ácido ($r = -0.73$).

Cabellos de ángel presentó un menor contenido de ácido tánico (3.41%), en comparación al obtenido por Valerio (1994) en *A. falcataria* (5.1%) y *A. spp* (10.5%). Los respectivos niveles de ácido tánico de estas tres últimas especies, guardan una aparente relación con sus respectivas DIVMS (63.51, 42.35 y 22.97%).

El nivel de DIVMS del moté (61.65%) (cuadro 8) es superior al registrado en Tabasco, por Reyes y Jiménez (1999) para *E. americana* (48.05%), *E. spp* (56.0%) y ligeramente inferior al de *E. glauca* (68.55%). Cabellos de ángel, muestra una DIVMS (63.51%) similar a la hallada en este follaje, por Santana *et al.* (1998) (60.1%).

El nivel de digestibilidad *in vitro* encontrado en la morera (86.05%) (cuadro 8) sobresale considerablemente de los obtenidos para el follaje de leñosas perennes y coincide con la mayoría de las evaluaciones de *M. alba* (80.0%) (Benavides, 1999); (85.0%) (Hernández *et al.*, 1999); (89 y 92%) (Rodríguez *et al.*, 1994a).

En el cuadro 9 se observa, que en base en la ecuación desarrollada por Martín (1982), a partir de la DIVMS, el contenido energético de moté es de (2.23Mcal/kgMS), y no es significativamente diferente al de cabellos de ángel (2.3 Mcal/kgMS). El contenido energético de la morera de (3.2 Mcal/kgMS) es significativamente mayor ($P < 0.05$) al de moté y cabellos de ángel.

Parámetros	Especies			
	Cabellos de ángel $\bar{x} \pm EE$	Morera $\bar{x} \pm EE$	Moté $\bar{x} \pm EE$	P
EM (Mcal/kgMS) ¹	2.3±0.66a	3.2±1.05b	2.23±0.63a	<0.05
EM (Mcal/kgMS) ²	2.34±0.58a	3.35±1.36b	2.27±0.59a	<0.05

EE error estándar

Medias dentro de una línea seguidas por una misma literal, no difieren significativamente.

1/Energía metabolizable (EM) = $-0.11 + 0.038 (\%DIVMS)$ (Martín, 1982)

2/Energía digestible (ED) = $(DIVMO(4.409))/100$ (NRC, 1996). (EM) = $ED(0.83)$ (AFRC, 1993)

El valor de la EM obtenida mediante la ecuación desarrollada por Martín (1982), coincide con las propuestas por el NRC (1996) y el AFRC (1993), las cuales se seleccionaron en este estudio, con base en el supuesto de que en forrajes con bajos contenidos de grasas, como es el caso para las tres especies evaluadas, la digestibilidad de la materia orgánica en 100g de muestra seca es igual a los nutrientes digestibles totales. No obstante lo anterior, Martín (1982), advierte, que la ecuación para estimar la EM, no es muy apropiada para leguminosas tropicales, cuya relación fibra bruta (FB)/PB es marcadamente diferente, en comparación a las gramíneas tropicales, para las cuales fue ajustada la ecuación, y, cuyo contenido de fibra bruta (FB) varía entre 18 y 44% y el de PB entre 3 y 16%.

El contenido de EM en cabellos de ángel (2.3 Mcal/kgMS) es similar al estimado por Cáceres (1998) para esta misma especie (2.13 Mcal/kgMS).

El nivel de energía de la morera (3.2 McalEM/kgMS), es comparable al nivel energético de muchos de los cereales utilizados como concentrados energéticos en las dietas para rumiantes de altas producciones.

VI.5 Consumo voluntario de MS

En el cuadro 10, se observan diferencias significativas entre los tres follajes, cuando el consumo voluntario de MS fue expresado en $\text{g/kg}^{0.75}$, medida que se sabe permite hacer las comparaciones más precisas entre animales de diferente peso y tamaño (Minson, 1990).

Cuadro 10. Consumo voluntario de MS de ovinos pelibuey alimentados con follaje (hojas con pecíolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.				
Parámetros	Especies			P
	Cabellos de ángel $\bar{x} \pm \text{EE}$	Morera $\bar{x} \pm \text{EE}$	Moté $\bar{x} \pm \text{EE}$	
Consumo MS (% Peso vivo)	2.1 \pm 0.1a	4.4 \pm 0.13b	3.7 \pm 0.2b	<0.01
Consumo MS ($\text{g/kg}^{0.75}$ /día)	43.03 \pm 1.7a	90.63 \pm 1.9b	77.66 \pm 4.9c	<0.01

EE error estándar

Medias dentro de una línea seguidas por una misma literal, no difieren significativamente.

El consumo más elevado se observó con morera, seguido de moté y cabellos de ángel. Parece ser que aunado a los adecuados niveles de proteína y la ausencia de factores antinutricionales de consideración, la elevada digestibilidad, tanto *in situ* como *in vitro* de la MS de la morera, se reflejaron en los niveles elevados de consumo de MS en este follaje.

Como ha sido observado para diversas leguminosas arbóreas forrajeras, el mayor contenido de fracciones de fibra, la menor DIVMS, pero particularmente la mucho menor DISMS del follaje de moté, en comparación a cabellos de ángel y morera, no fueron consistentes con el nivel de consumo voluntario de MS observado en este follaje ($77.66\text{g/kg}^{0.75}$), el cual fue notablemente mayor al observado con cabellos de ángel ($43.03\text{g/kg}^{0.75}$) y no muy inferior a lo obtenido con el follaje de morera ($90.63\text{g/kg}^{0.75}$).

Para el caso de pastos tropicales, la utilidad de la DIVMS y DISMS como estimadores de calidad es la de predecir la digestibilidad *in vivo* de la MS, la cual está relacionada al consumo voluntario de este tipo de forrajes (Minson, 1982). Con respecto a los follajes arbóreos en cambio, Norton (1994a) ha observado que las mediciones de digestibilidad *in vitro* (DIV) e *in sacco* (DIS) guardan una relación entre sí; pero que tales mediciones no son predictores útiles de la digestibilidad *in vivo* (DMS) ni del consumo voluntario de los follajes. Por tanto, se sugiere que estas determinaciones (DIVMS, DISMO) no reflejan la resistencia de los follajes a la fragmentación durante la masticación y la rumiación, toda vez que estos factores, han sido considerados como uno de los más importantes en la determinación del consumo voluntario de los forrajes (McLeod y Minson, 1988).

A manera de ejemplo, se observa la baja relación de *Chamaecytisus palmensis* y *Gliricidia sepium* entre sus respectivas DIV 66-68% con sus DMS 76 y 55% y con sus similares consumos. Una situación parecida se presenta con *Leucaena leucocephala* y *G. sepium*, en donde cabras consumieron cantidades semejantes de follaje (35.6 y 32.6 g/kg PV respectivamente) a pesar de las diferencias en digestibilidad de 68 y 56.3% entre *L. leucocephala* y *G. sepium* respectivamente (Norton, 1994a).

En este mismo sentido, Lowry (1989), trabajando con diferentes fracciones de *A. lebbbeck* encontró que las hojas caídas de los árboles fueron las más consumidas por los borregos (1,126.0 g/an/día), a pesar de que estas presentaron el valor más bajo de digestibilidad (42.5%), en comparación al follaje fresco (64.4%), follaje seco (48.2%), flores caídas (57.2%) y vainas maduras (43.5%).

Lo anterior sugiere que factores diferentes a la DIVMS o la tasa de degradabilidad en el rumen, son los que determinan el consumo voluntario de los follajes arbóreos por los rumiantes. Por lo tanto, especial cuidado se tendrá que emplear al utilizar este tipo de determinaciones como criterios de selección.

Bajos consumos asociados a digestibilidades elevadas, podrían estar relacionados con la presencia de compuestos secundarios que deprimen el apetito; en contra parte, elevados consumos de alimentos, de baja digestibilidad, podrían deberse a tasas rápidas de desintegración y de pasaje del alimento a través del rumen, como cuando se consumen pequeños folíolos de hojas arbóreas pinadas. Debido entonces a que no existen técnicas precisas que predigan la gustosidad y el consumo, el valor nutritivo de un forraje solo podrá establecerse con precisión, mediante ensayos de alimentación, los cuales también poseen la ventaja de proveer información sobre la salud y productividad animal (Norton, 1994a)

Determinaciones efectuadas con borrego pelibuey en Yucatán, México, mencionan que el consumo de MS en este tipo de animales con un peso de 20 kg es de 5.3% del PV (Castellanos, 1989). Este nivel de consumo es superior al estimado para animales de este peso determinado por el ARC (1984) (1.5-3.0% PV) o el NRC (1985) (5.0% PV). El consumo de MS observado en los tres follajes evaluados (cuadro 10) es inferior al calculado por Castellanos (1989).

No obstante lo anterior, de acuerdo a Martín y Palma (1999), para ovinos de pelo de un peso aproximado de 20 kg, y como se puede ver en el cuadro 10, el moté y la morera cubren con el requerimiento de MS (g/d) para una ganancia diaria de hasta 150 g. Con base a Martín y Palma (1999), el consumo de MS observado con cabellos de ángel, solo cubre con los requerimientos de MS de mantenimiento.

Tomando en cuenta los niveles de consumo promedio de MS en rumiantes, registrados por Minson (1990) para leguminosas templadas ($70 \text{ g/kg}^{0.75}$); leguminosas tropicales ($51 \text{ g/kg}^{0.75}$); pastos templados ($62 \text{ g/kg}^{0.75}$) y pastos tropicales ($52 \text{ g/kg}^{0.75}$); los consumos de moté ($77.66 \text{ g/kg}^{0.75}$), pero particularmente el de morera ($90.63 \text{ g/kg}^{0.75}$), pueden considerarse elevados (cuadro 10). El consumo observado para cabellos de ángel ($43.03 \text{ g/kg}^{0.75}$) se ubica por debajo de lo registrado por Minson (1990).

Situación semejante se presenta cuando se compara el consumo de MS registrado por Devendra (1995) para leguminosas tropicales de ramoneo, ($\bar{x}= 56 \text{ g/kg}^{0.75}$, rango de 27.8 a $80.0 \text{ g/kg}^{0.75}$), con los consumos de MS observados para moté, morera y cabellos de ángel. Similares resultados se obtienen al comparar el consumo de MS expresado como g/kg PV de moté (37.9), cabellos de ángel (20.85) y morera (45.2) con el promedio señalado por Norton (1994a) de 24.8 g/kg PV , para el follaje de leguminosas arbóreas.

Lowry (1989), trabajando con *A. lebeck*, obtuvo un consumo de hojas frescas, en borregos de la raza Merino de $2.3\% \text{ PV}$ ó $61.26 \text{ g/kg}^{0.75}$. el consumo observado con el follaje de cabellos de ángel es similar al de Lowry (1989) cuando este es expresado como porcentaje del peso vivo, pero menor, cuando es expresado como gramos por kilogramo de peso metabólico.

El consumo de MS de cabellos de ángel encontrado en esta investigación, no representa una limitante de su potencial como fuente de alimento, sobre todo si se toma en cuenta que la mayoría de los ensayos de alimentación, con el uso del follaje de los árboles leguminosos tropicales, indican que en general, el nivel óptimo de inclusión de los follajes en las dietas de rumiantes alimentados a base de pastos tropicales, se ubica alrededor del 0.9 al 1.5% del peso vivo, o del 30 al 60% del consumo de MS (Devendra, 1992; Norton, 1994c).

Otro factor a favor de las especies que no se caracterizan por ser consumidas en cantidades elevadas, es la tendencia actual de que el follaje suministrado como suplemento (30 al 60% del CMS) de dietas con base a pastos, este representado por una mezcla de follajes, lo que disminuye la cantidad requerida de estos para alimentar a los animales.

Las mezclas de follajes han demostrado, entre otras cosas: a) protección de la proteína dietaria, con taninos naturales, para incrementar la eficiencia de utilización del nitrógeno; b) dilución de los efectos de compuestos tóxicos; c) inducción de efectos asociativos que resulten en un incremento del consumo voluntario, y, d) inducción de efectos asociativos en la digestibilidad entre los componentes de la dieta (Rosales, 1999).

Cáceres (1998) concluyó, que en sentido general, el potencial de *A. lebbeck* es elevado en lo que se refiere al contenido, la digestibilidad y el consumo de proteína ($12.85 \text{ g/kg}^{0.75}$); mientras que el consumo de materia seca ($52.85 \text{ g/kg}^{0.75}$) y de energía metabolizable ($113 \text{ Mcal/kg}^{0.75}$), resultan limitantes para ovinos en crecimiento, por lo que esta especie no debe ser utilizada como único alimento y debe formar parte de raciones que contengan otros alimentos energéticos, preferentemente gramíneas.

En este sentido, Santana *et al.* (1998) utilizaron a *A. lebbeck* como suplemento, y observaron un incremento significativo en el consumo total de MS por parte de ovinos alimentados a base de pasto king grass (*Pennisetum purpureum*), cuando el follaje de *A. lebbeck* representó el 30% ($51.4 \text{ g/kg}^{0.75}$) o el 50% ($60.5 \text{ g/kg}^{0.75}$) de la dieta, en comparación a los $34.9 \text{ g/kg}^{0.75}$ obtenidos cuando el follaje se ofreció como único alimento, sin que se observaran diferencias significativas en el consumo voluntario de MS entre los niveles del 30 y el 50%.

El valor de *A. lebbeck* como suplemento, también fue observado por Dwatmadji *et al.* (1992) cuando suplementaron con hojas de *A. lebbeck* a ovinos alimentados a base de heno de pasto Mitchell (*Astrelba spp*), encontrando que la suplementación (38% del consumo de MS) incrementó el consumo total de MS, materia orgánica (**MO**) y materia orgánica digerible (**MOD**), y observando también, que a diferencia de los animales a base de heno, la suplementación resultó en una retención positiva de N.

Una de las principales características de la morera como forraje es su elevada aceptabilidad por parte de los animales. Pequeños rumiantes consumen ávidamente las hojas frescas y los tallos tiernos, incluso sin periodos previos de adaptación. Se ha visto que los animales prefieren a la morera cuando esta es ofrecida simultáneamente con otros forrajes, y que incluso los animales escarban buscando la morera, cuando esta es mezclada

con otros pastos dentro de un mismo comedero (Sánchez, 2000).

La elevada gustosidad de la morera, se evidenció en la presente evaluación, con un consumo de MS de 4.4 kg/100kgPV; este nivel de consumo coincide con los datos más sobresalientes al respecto, como el de un 4.16 %PV en cabras lactantes (Jegou *et al.*, 1994) o 5.6 kg/100kgPV en cabras lactantes (Benavides, 1995); Prasad y Reddy (1991) encontraron mayores consumos diarios de MS en borregos que en cabras (3.55 vs 2.74 kg/100 kg PV respectivamente).

Existen pocos datos comparativos con respecto al consumo de MS de especies de *Erythrina*, ya que en general estas han sido utilizadas como suplementos de dietas a base de pastos. Pineda (1988), encontró un consumo de 2.35 kgMS/100kgPV con Poró (*E. poeppigiana*) como único alimento en borregos de 35 a 40 kg de peso. Esta misma especie, ha sido registrada como una de las de mayor consumo de MS en cabras (3.3 %PV) cuando es ofrecida como única fuente de forraje, en comparación a las diferentes especies arbóreas que han sido evaluadas en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza en Turrialba, Costa Rica (Benavides, 1991). Diversos trabajos en Costa Rica, han mostrado que los rumiantes prefieren el follaje de diferentes especies de *Erythrinas* que de *G. sepium*, la cual se sabe es ávidamente buscada por los animales en condiciones de campo.

Mayor producción de leche fue obtenida en cabras alimentadas con Poró (1.26 kg) que con follaje de *Gliricidia* (1.10 kg), atribuidas a diferencias en el consumo de follaje de 2.6 y 2.0 kgMS/100kgPV para poró y *Gliricidia* respectivamente (Rodríguez *et al.*, 1994b). A partir de lo anterior puede considerarse como elevado el consumo encontrado en moté (3.7 kgMS/100kgPV). Sin embargo, tanto en este trabajo como en observaciones realizadas en Costa Rica de diversas especies de *Erythrinas* (Kass, 1994), se ha observado que en general, estas presentan contenidos elevados de pared celular (61%), por lo que las dietas que posean este tipo de follajes deberán suplementarse con fuentes de energía que sean rápidamente fermentables en el rumen.

VI.6 Ganancia diaria de peso.

El consumo de los tres follajes, como única fuente de alimento, no resultó en pérdidas de peso para los borregos (cuadro 11). Tal situación es de considerar, sobre todo si se toma en cuenta, que existen épocas en donde debido a la baja calidad y/o escasez de los pastos, los animales entran en balance energético negativo, mostrando considerables pérdidas de peso. Lo que es más, en el cuadro 11 se observa que con el follaje de moté y morera, se obtuvieron aceptables ganancias de peso, las cuales fueron significativamente mayores ($P < 0.05$) a la ganancia observada con cabellos de ángel. Es de destacar que no se haya encontrado diferencia significativa entre moté y morera, a pesar de sus diferencias en cuanto a consumo voluntario, lo que habla de una mejor eficiencia de utilización de los nutrientes disponibles en el follaje de moté.

Cuadro 11. Ganancia de peso de ovinos pelibuey alimentados con follaje (hojas con peciolo) de Cabellos de ángel, Morera y Moté.				
Parámetros	Especies			P
	Cabellos de ángel $\bar{x} \pm EE$	Morera $\bar{x} \pm EE$	Moté $\bar{x} \pm EE$	
GDP (g/an/día)	25.64±6.4a	96.15±22.2b	83.33±6.4b	<0.05
Peso vivo inicial (kg)	18.33±1.1	17.58±1.9	19.58±1.8	
Peso vivo final (kg)	18.66±1.18	18.83±1.62	20.66±1.18	

EE error estándar

Medias dentro de una línea segundas por una misma literal, no difieren significativamente (GDP) ganancia diaria de peso

Preston y Leng (1989), concluyeron que el factor crítico, que determina la eficiencia y nivel de productividad de los rumiantes, está influenciado principalmente por la proporción de proteína (de origen microbiano y dietario) a substratos productores de energía. Esta relación es usualmente expresada como g de proteína/Mcal de energía proveniente de los ácidos grasos volátiles disponibles para el animal. Una adecuada proporción proteína:energía (P/E), solo se logra cuando a los rumiantes se les suministra los suficientes nutrientes para los microorganismos del rumen, así como suplementos proteicos de "sobrepaso" que sean metabolizados directamente por los tejidos del animal.

Algunas leguminosas tienen un buen potencial para alterar las proporciones (P/E), debido a sus elevados contenidos de PC y a la baja tasa de degradabilidad proteica.

causada por la presencia de taninos en ese tipo de follajes.

Será interesante por tanto, estudiar la posibilidad, de que los taninos del moté afecten la degradabilidad ruminal de la MS, pero en particular la de la proteína.

Por otra parte, se ha demostrado que la presencia de los protozoarios ruminales reduce la relación (P/E) en los nutrientes absorbidos. En este sentido, se ha evidenciado que existen leguminosas tropicales de ramoneo, que poseen propiedades antiprotozoarias cuando son usadas entre 10 y 100 g/kg de la dieta. Los ensayos de alimentación usando follajes con propiedades antiprotozoarias, han incrementado la productividad en los animales, debido a un mayor suministro de aminoácidos esenciales; por otra parte, también se ha observado que se incrementa la cantidad de proteína disponible para la digestión post-ruminal, cuando el forraje basal contiene cantidades adecuadas de proteína (Leng *et al.*, 1992).

Se ha sugerido que los taninos y saponinas podrían poseer propiedades desfaunantes (Espinoza, 1999), por lo que no habría que descartar la posibilidad de que los compuestos secundarios encontrados en el follaje de moté, u otros no evaluados, o no detectados en las pruebas cualitativas de este estudio, pudieran mejorar la utilización de la MS, por medio de una actividad desfaunante.

El consumo de MS, PC y EM observado para morera y moté, cubre con los requerimientos para una ganancia de 150g/d en ovinos de pelo de aproximadamente 20 kg (Martín y Palma, 1999). Sin embargo, las ganancias de peso observadas para estos follajes, no corresponden a lo establecido por Martín y Palma, (1999). En el apartado de DIVMS, se hizo mención de la advertencia de Martín (1982), sobre la conveniencia de utilizar su ecuación para estimar el nivel de EM en leguminosas tropicales.

Los sistemas de producción de rumiantes implementados en Cuba en la década de los 70's, basados en la utilización de recursos alimenticios no convencionales, tales como dietas a base de melazas, pusieron de manifiesto inconsistencias entre los estándares tradicionales de alimentación y los resultados productivos que se obtenían. En estos casos, a pesar de que los requerimientos nutritivos estaban cubiertos de acuerdo a los estándares, las respuestas de los animales no se correspondían con los niveles de desarrollo predichos por estos. La investigación posterior demostró que pequeños suministros de proteína de

sobrepaso, en forma de harina de pescado, incrementaba dramáticamente la tasa de crecimiento y la eficiencia alimenticia en el ganado (Preston y Willis, 1974). Esta última estrategia, no fue capaz de soportar niveles elevados de producción de leche, presumiblemente debido a la mayor demanda de compuestos glucogénicos impuesta por la lactación, y a las relativas deficiencias de estos compuestos en los productos finales de la fermentación de dietas basadas en melazas, las cuales se caracterizan por una fermentación ruminal elevada en butirato y baja en propionato (Marty y Preston, 1970).

La investigación sobre el valor nutritivo de la caña de azúcar prensada y picada, demostró que el consumo de alimento era bajo, aún cuando la digestibilidad era alta (60-70%); los animales con este tipo de alimentos, necesitaron de glucosa o precursores de glucosa, debido a que todos los azúcares eran fermentados, y el nivel de ácido propiónico en el rumen, no era mayor al observado en dietas altas en fibra (Preston *et al.*, 1976). Por otra parte se observó, que los animales alimentados con caña de azúcar, poseían una población densa de protozoarios ciliados (Valdéz *et al.*, 1977).

Las investigaciones desarrolladas en diferentes centros del I.N.I.P. (Torres *et al.*, 1975) así como en el CIEEGT-UNAM (Ojeda, 1992) muestran que la ganancia diaria de peso promedio, en ovinos pelibuey bajo condiciones de solo pastoreo, en pasturas tropicales, es de 60 ± 17.33 g/animal/día con un rango de 29 a 96 g. A partir de estos resultados se puede apreciar, que la ganancia de peso obtenida con cabellos de ángel (25.64 g/día), morera (96.15 g/día) y moté (83.33 g/día), no representan una ventaja importante en relación a los animales alimentados en base a pastos.

La nutrición y alimentación estratégica de los rumiantes en el trópico hoy en día, parte del reconocimiento de que la principal, más abundante y más económica fuente de alimento para los animales, lo constituyen los pastos y residuos agrícolas bajos en proteína, elevados en fibra y de baja digestibilidad. Se reconoce también, que la baja productividad de los animales alimentados con este tipo de recursos, no se debe a una baja densidad energética de los pastos y esquilmos agrícolas *per se*; si no más bien a la naturaleza desbalanceada, y por lo tanto, a una utilización ineficiente de los nutrientes que provienen de la digestión de este tipo de recursos, cuando estos son proporcionados sin suplementación. En este sentido, se han observado importantes incrementos en la

producción animal, cuando son utilizados suplementos que proporcionan principalmente, N fermentable, minerales como azufre y fósforo y proteína de sobrepaso.

Bajo el contexto anterior, y no obstante la relativamente corta duración de la prueba, los moderados niveles de ganancia de peso obtenidos con los follajes evaluados, como única fuente de alimento, no deben representar una limitante; ya que como fue mencionado en el apartado de consumo voluntario, la gran mayoría de los ensayos de alimentación con el uso del follaje de los árboles leguminosos tropicales, indican que en general, el nivel óptimo de inclusión de los follajes en las dietas de rumiantes alimentados a base de pastos tropicales, se ubica alrededor del 0.9 al 1.5% del peso vivo, o del 30 al 60% del consumo de MS (Devendra, 1992; Norton, 1994c). y que por encima de este nivel, no se registran incrementos en la producción, e incluso se llegan a observar efectos detrimentales en el comportamiento productivo.

La situación anterior, ha sido observada en varios ensayos de alimentación con el follaje de morera.

Benavides (1986), obtuvo ganancias diarias de peso de 60, 75, 85 y 101 g ($P < 0.01$) en corderos "Black Belly" (15,1 kgPV), que fueron alimentados a base de pasto "King grass" *P. pupureum* y suplementados con follaje de morera (*Morus spp*) a razón de 0, 0.5, 1 y 1.5 % del peso vivo; para cada ganancia de peso respectivamente. El consumo total de MS para el tratamiento con 1.5% de morera fue de 4.3% del PV, comparado al 4.44% PV del presente estudio utilizando a la morera como única fuente de alimento, con una ganancia de 96.15 g/an/día.

La suplementación con morera de cabritas destetadas en crecimiento, alimentadas a base de pasto guinea (*Panicum maximum*), incrementó las ganancias de peso de 38.0 g/d(a) a 44.82(a), 76.20(b) y 86.20 g/an/d(b) ($P < 0.05$), cuando la morera se ofreció como suplemento a un nivel de 0.5, 1.5 y 2.5%, respectivamente (González *et al.*, 1999b). Estos investigadores también observaron, que a pesar de que no se presentaron diferencias entre los tratamientos de (1.5%) y (2.5%) de morera, se necesitó prácticamente la mitad de la materia seca y proteína cruda con respecto al tratamiento de (0.5% morera) para ganar 1 gramo de peso.

Los efectos benéficos de la suplementación con el follaje de morera y moté, también se ven reflejados en el beneficio económico que la utilización de estos recursos tienen *per se* y sobre las fuentes tradicionales de proteína.

González *et al.* (1996), evaluaron la ganancia de peso en toretes de la raza Romosinuano (criollos). Los animales fueron alimentados con base a pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), y suplementados con follaje de morera, a un nivel del 0, 1.0, 1.9 y 2.8% del peso vivo. Las ganancias diarias de peso obtenidas para los respectivos tratamientos fueron de 40, 690, 940 y 950 g/an/d. Las relaciones beneficio/costo encontradas para cada nivel de ganancia, fueron de 0.10, 1.11, 1.18 y 0.97, respectivamente.

En un trabajo realizado por Vázquez (1992), se alimentaron terneras Jersey cruzadas con criollo lechero centroamericano. con una dieta basal de caña de azúcar, usando como fuente proteica, urea, poró (*E. poeppigiana*) o harina de pescado. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la ganancia diaria de peso, las cuales fueron de 592 g/d, 648 g/d, 763 g/d respectivamente, para las tres fuentes de proteína respectivamente.

El análisis económico demostró que el uso del poró como suplemento proteico, rindió ingresos netos superiores en 7.7 y 7.2 veces en relación a la harina de pescado y la urea respectivamente (Vázquez, 1992).

No obstante lo anterior. los resultados indican que en varios follajes, para mejorar la eficiencia de utilización de la materia seca, es necesaria la complementación con energía, debido a los bajos niveles de digestibilidad (alrededor del 50%) y a la elevada solubilidad y degradabilidad de la fracción nitrogenada de los follajes (Roldán, 1981). Entre los suplementos energéticos, el uso de fuentes de almidón (*v. gr.*: banano verde y ñame) ha dado mejor respuesta que el uso de fuentes de azúcares simples (*v. gr.*: melaza).

Oviedo y Benavides (1994), demostraron que no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) en la ganancia diaria de peso de novillonas que pastoreaban pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), y que fueron suplementadas con un concentrado comercial (1.0%PV) (620 g/d) o con follaje de morera (1.0% PV) (600 g/d). La ganancia diaria de peso lograda en un tercer grupo de novillonas, suplementadas con 50% concentrado y 50% morera (742 g/d), fue significativamente superior ($P < 0.05$) a los otros dos tratamientos. En

el análisis de presupuesto parcial la suplementación con morera fue superior, con un margen bruto positivo; mientras que con el concentrado el margen fue negativo.

Con respecto al género *Erythrina*, se ha observado que la suplementación de *E. poeppigiana* con diferentes fuentes energéticas incrementó la ganancia diaria de peso, de 74 g/an/día en corderos Black Belly, que no recibieron alimentos energéticos, a 92, 91, 112 y 128 gr/an/día en los corderos que recibieron como fuente energética melaza, banano verde con melaza, banano verde y ñame respectivamente (Benavides y Pezo, 1986).

Con respecto a *A. lebeck*, los resultados con respecto a ganancia de peso han sido más escasos y más conservadores, sin embargo, los datos indican que esta especie puede considerarse como una buena opción en épocas en donde la calidad y cantidad de los pastos disminuyen considerablemente.

En asociaciones espontáneas de *A. lebeck* y pastos naturales en explotación con hembras bovinas en crecimiento, Simón *et al.* (1995), observaron una mayor disponibilidad de MS/ha en la asociación, que en el tratamiento con pasto natural solo, lo cual resultó determinante en el peso vivo final (335 vs 308 kg) y en la ganancia promedio de dos años de evaluación (397 vs 296 g/d). Esta mayor disponibilidad de MS también se manifestó positivamente en el comportamiento reproductivo de los animales del grupo de la asociación, los cuales alcanzaron su edad a la cubrición 5 meses antes que los del grupo de pasto natural solo.

Dwatmadji *et al.* (1992), observaron que las pérdidas de peso en los ovinos que eran alimentados con las flores y hojas de *A. lebeck* como suplementos (0.1 y 0.6 kg respectivamente), fueron significativamente menores ($P < 0.05$) que la pérdida de peso observada en los animales alimentados con solo pasto (1.5 kg); sin que se observaran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las flores y las hojas.

Lowry, en 1989, ya había hecho notar por primera vez el valor nutritivo de la inflorescencia de *A. lebeck*. Las evaluaciones realizadas por Lowry, mostraron que árboles adultos en bosques abiertos pueden ofrecer cantidades substanciales de materia seca comestible sin el corte o ramoneo durante la estación natural de la caída de las hojas (60 kg/árbol), flores (30 kg/árbol), y vainas (30 kg/árbol). Los diferentes productos del árbol fueron individualmente suministrados a carneros (32 kgPV) como dieta única. Los

respectivos niveles de digestibilidad de la MS, de la PC y de consumo de MS fueron de (64, 82.2% y 741 g/día) para las hojas verdes, colectadas poco después del cambio de hojas; (48.2, 66.2% y 824g/d) para las hojas verdes (antes del cambio de hoja) ofrecidas secas; (42.5, 45.5% y 1,126 g/día) para hojas caídas; (57.2, 69.9% y 958 g/d) en las flores) y (43.5, 70.5% y 274 g/d) para las vainas maduras intactas.

Lowry (1989) sugirió, que un árbol adulto de *A. lebbbeck* puede proveer, una tasa promedio de PC digestible de 97 g/árbol/día durante un período de 122 días (agosto-diciembre), cuando la suplementación es más requerida.

Se ha observado que la presencia de *A. lebbbeck* en los potreros favorece la producción de MS del pasto, favorece la presencia de gramíneas deseables; así como la reducción de plantas indeseables (Lowry, 1989; Simón *et al.*, 1995).

Bajo este esquema, cabellos de ángel podría ser aprovechado como un árbol multipropósito en toda su magnitud. Su sola presencia con densidades medias de siembra dentro de los potreros, sin podas, o solo con cortes ocasionales, posibilitaría el aprovechamiento de todos sus componentes (sombra, flores melíferas de excelente calidad; flores, vainas y hojas caídas para consumo animal, leña (a partir de podas de saneamiento y estratificación), etc.).

VII. CONCLUSIONES

El follaje de cabellos de ángel, morera y moté, posee contenidos de proteína cruda que justifican su utilización como fuente de proteína suplementaria para los rumiantes alimentados a base de pastos en el Estado de Tabasco.

El follaje de cabellos de ángel, morera y moté, no posee compuestos secundarios que provoquen efectos detrimentales de consideración en la utilización de los mismos.

Los niveles de consumo de materia seca y de ganancia diaria de peso obtenidos con cabellos de ángel, son menores a los observados con morera y moté, y no son mayores a los generalmente conseguidos con los recursos forrajeros tradicionales.

Los borregos no muestran ganancias de peso diferentes cuando son alimentados con el follaje de morera o moté, como única fuente de alimento.

A pesar de que el nivel de consumo de materia seca observado con el follaje de moté y morera puede considerarse como adecuado y elevado, respectivamente; los niveles de ganancia de peso obtenidos con estos dos follajes no representan una ventaja considerablemente importante en relación a lo que habitualmente se obtiene con los recursos forrajeros tradicionales.

Las características nutricionales del follaje de cabellos de ángel, morera y moté evaluadas en el presente estudio, son comparables a los valores de la literatura de Centro América y el Sureste de México, por lo tanto, parece ser que el potencial de cabellos de ángel, morera y moté, está orientado a un aprovechamiento como un adecuado complemento alimenticio dentro de los sistemas de alimentación de rumiantes en el Estado de Tabasco.

VIII. RECOMENDACIONES

Con el objetivo de determinar el nivel óptimo de suplementación, el follaje de cabellos de ángel, morera y moté, deberá ser evaluado en ensayos de alimentación de mayor duración y con un mayor número de animales, donde se exploren diferentes niveles de inclusión en dietas con base a pastos de baja calidad.

Además de los ensayos de alimentación, el follaje de cabellos de ángel, morera y moté, deberá ser sometido a diferentes métodos analíticos que permitan definir el patrón de fermentación, cinética y eficiencia de utilización de las diferentes fracciones químicas de la MS de los follajes, así como su influencia en el consumo y utilización de los pastos suministrados como dieta base.

Paralelamente se deberán desarrollar evaluaciones agronómicas, que contemplen investigaciones sobre densidad de siembra, fertilización, frecuencia de podas, etc. De igual forma es necesario llevar acabo evaluaciones económicas con respecto a la utilización de este tipo de recursos.

IX. LITERATURA CITADA

1. **AFRC.** 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An Advisory Manual Prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Wallingford (UK): CAB International.
2. **Ahn JH,** Robertson BM, Elliot R, Gutteridge RC, Ford CW. 1989; Quality assesment of tropical browse legumes: Tannin content and protein degradation. *Anim Feed Sci Tech* 27: 147-156
3. **AOAC.** 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington (DC): Association of Official Analytical Chemists.
4. **Aranda E,** Osorio MM. 1996 Valor y limitantes nutricionales de los pastos tropicales. En: Osorio MM. editor. Manual de Producción Bovina de Doble Propósito (Carne y Leche) en el Trópico "La Rejeguera". Tabasco, México: Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. 38-51.
5. **ARC.** Agricultural Research Council. 1984. The nutrient requirements of ruminant livestock. Supplement No. 1. Slough, UK: Commonwealth Agricultural Bureaux
6. **Barry TN.** 1985. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 3. Rates of body and wool growth. *Br J Nutr* 54: 211-217.
7. **Barry TN,** Manley TR. 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 2. Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. *Br J Nutr* 1984; 51: 493-504.
8. **Benavides J.** 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus sp.*) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*) En: Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 67 Costa Rica: CATIE. pp 40-42.
9. **Benavides J.** 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras, en América Central, un enfoque agroforestal. *El Chasqui* (25): 6-36
10. **Benavides J.** 1994. editor. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Serie técnica. Informe técnico/CATIE; No. 236). Vol. 1. 420p.
11. **Benavides J.** 1995. Manejo y utilización de la Morera (*Morus alba*) como forraje. *Agroforestería en las Americas* 7: 27-30.
12. **Benavides J.** 1999. Utilización de la Morera en sistemas de producción animal. Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en latinoamérica realizada de abril a septiembre de 1998. Roma, Italia: Colección FAO Producción y Sanidad Animal no. 143
13. **Benavides J,** Pezo D. 1986. Evaluación del crecimiento y del consumo de materia seca en corderos alimentados con follaje de Poró (*Erythrina poeppigiana*) *ad lib.*, suplementado con diferentes fuentes de energía En: Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 67 Costa Rica: CATIE. pp 43-47

14. **Bolaños AED**, Enríquez QJF, Quero CA. 1995. Características morfológicas, agronómicas y potencial productivo de algunos recursos forrajeros tropicales. Memorias del Seminario Establecimiento y Manejo de Praderas 1995 septiembre 6-9. Villahermosa (Tabasco) México. Vhsa, Tab: Secretaría de Fomento Económico del estado de Tabasco.
15. **Borel R.** 1990. Aspectos críticos de las metodologías de evaluación nutritiva de árboles y arbustos forrajeros. En: Ruíz ME, Ruíz A. Nutrición de Rumiantes: Guía metodológica de investigación. San José (CR): ALPA-IICA-RISPAL. pp 21-31.
16. **Cáceres O.** 1998. Valor nutritivo de follaje de árboles y arbustos tropicales. III. *Albizia lebbek*. Pastos y Forrajes. 21: 93-100.
17. **Camero A.** 1995. Experiencias desarrolladas en el CATIE en el uso del follaje de *Erythrina sp.* y *Gliricidia sepium* en la producción de carne y leche de bovinos Agroforestería en las Américas. 4: 9-13.
18. **Castellanos RAF.** 1989. Requerimientos alimenticios del borrego pelibuey. En: Castellanos RAF, Arellano SC editores. Tecnologías para la Producción de Ovejas Tropicales. Mérida (MX)/Santiago (CH): INIFAP/FAO. pp 78-90.
19. **Church DC.** 1991 Livestock Feeds and Feeding. 3rd edition. New Jersey (USA): Prentice Hall.
20. **Cobos PMA**, Sánchez MJ, Trinidad SA, Cetina AV, Vargas HJ. 2000. Importancia del tipo de muestra en la estimación del valor nutritivo de leguminosas y arbustivas, y potencial de un inóculo de bacterias degradadoras de aserrín en sistemas silvopastoriles. En: 2^a Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica". realizada del 1^o de Julio al 31 de Octubre del 2000. Sánchez M, Speedy A. moderadores. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR2/DEFAULT.HTM>
21. **Devendra C.** 1992. Nutritional potential of fodder trees and shrubs as protein sources in ruminant nutrition. In: Speedy A, Pugliese PL. editors. Legume trees and other fodder trees as protein sources of livestock. Rome, Italy: FAO Animal Production and Health Paper No.102 pp 95-113.
22. **Devendra C.** 1995. Composition and nutritive value of browse legumes. In: D'Mello JPF, Devendra C. editors. Tropical Legumes in Animal Nutrition. Wallingford (UK): CAB International. 49-65.
23. **D'Mello JPF**, Devendra C. 1995. Tropical Legumes in Animal Nutrition. Wallingford (UK): CAB International
24. **Dwatmadji**, Teleni E, Bird AR, Lowry JB. 1992. Nutritive value of *Albizia lebbek* supplements for growing sheep. Austr J Exp Agric 32: 273-278.
25. **Dzowela BH**, Hove L, Mafongoya PL. 1995. Effect of drying method on chemical composition and *in vitro* digestibility of multipurpose tree and shrub fodders. Trop Grassl 29: 263-269.
26. **Espinoza VE.** 1999. Evaluación de la capacidad desfaunante *in vitro* de leguminosas y arbustivas forrajeras. (tesis de maestría en ciencias) Montecillo, Texcoco, Estado de México: Colegio de Postgraduados.
27. **FAO.** 1990. Sericulture training manual. FAO Agricultural Services Bulletin 73/1, Rome. 127p.

28. **French JB.** 1994. Estado actual y tendencias de la producción agropecuaria en América Central. En: Homan EJ, editor. Ganadería y Recursos Naturales en América Central: Estrategias para la Sostenibilidad. Memorias Simposio/Taller; 1994 octubre 15-18; San José, Costa Rica
29. **García E.** 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Instituto de Geografía. México, DF: Instituto de Geografía, UNAM.
30. **Göhl B.** 1981. Tropical Feeds. Rome, Italy: FAO Animal Production and Health Paper No.12
31. **González E,** Delgado D, Cáceres O. 1999(a). Calidad y degradabilidad ruminal de los principales nutrientes en el forraje de Morera (*Morus alba*) Memorias I Taller Internacional de Morera: La morera (*Morus alba*) oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal. 1999. Matanzas: Cuba. Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Disco flexible 3.5"
32. **González E,** Ortega M, Cáceres O, Arce J. 1999(b). Efecto de diferentes niveles de Morera en el consumo y crecimiento de cabritas destetadas en confinamiento total. Memorias I Taller Internacional de Morera: La morera (*Morus alba*) oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal. 1999. Matanzas: Cuba. Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Disco flexible 3.5"
33. **González J,** Benavides J, Kass M, Olivo R, Esperance M. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de la Morera (*Morus alba* L.), fresca y ensilada, con bovinos de engorde. Agroforestería en las Américas 3: 20-23.
34. **Goodchild AV,** McMeniman NP. 1994. Intake and digestibility of low quality roughages when supplemented with leguminous browse. J Agric Sci Camb 122: 151-160.
35. **Hernández I,** Esquivel J, Benavides J, Vasconcelos J, González J, Espinosa E. 1999. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo con morera (*Morus sp*) en la zona alta del Valle Central de Costa Rica. Memorias I Taller Internacional de Morera: La morera (*Morus alba*) oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal. 1999. diciembre Matanzas: Cuba. Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Disco flexible 3.5"
36. **INEGI.** 1998. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Anuario Estadístico del Estado de Tabasco. Aguascalientes, México: INEGI. Gobierno del Estado de Tabasco.
37. **Jegou D,** Waelput JJ, Brunschwig G. 1994. Consumo y digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno del follaje de Morera (*Morus sp*) y Amapola (*Malvabiscus arboreus*) en cabras lactantes. En: Benavides J. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Turrialba. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Serie técnica. Informe técnico/CATIE; No. 236). 1: 155-162.
38. **Kass M.** 1994. *Erythrina* species: Pantropical multipurpose tree legumes. In: Gutteridge RC, Shelton HM. editors. Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, UK: CAB International. 84-96.

39. **Kass M**, Benavides J, Romero F, Pezo D. 1992. Lessons from main feeding experiments conducted in CATIE using fodder trees as part of the N-ration. In: Speedy A, Pugliese PL. editors. Legume trees and other fodder trees as protein sources of livestock. Rome, Italy: FAO Animal Production and Health Paper No.102. pp 161-175.
40. **Kumar N**, Toky OP. 1994. Variation in chemical contents of seed, and foliage in *Albizia lebbeck* (L.) Benth. of different provenances. *Agrof Syst* 25: 217-225.
41. **Kumar R**, D'Mello JPF. 1995. Anti-nutritional factors in forage legumes. In: D'Mello JPF, Devendra C. editors. *Tropical Legumes in Animal Nutrition*. Wallingford (UK): CAB International, 95-133
42. **Larbi A**, Kurdi OI, Said AN, Hanson J. 1996(a). Classification of *Erythrina* provenances by rumen degradation characteristics of dry matter. *Agrofor Sys* 33: 153-163.
43. **Larbi A**, Smith JW, Adekunle IO, Kurdi IO. 1996(b). Studies on multipurpose fodder trees and shrubs in West Africa: variation in determinants of forage quality in *Albizia* and *Paraserianthes* species. *Agrofor Syst* 33: 29-39.
44. **Larbi A**, Smith JW, Kurdi IO, Adekunle IO, Raji AM, Ladipo DO. 1996(c). Feed value of multipurpose fodder trees and shrubs in West Africa: edible forage production and nutritive value of *Millettia thonningii* and *Albizia lebbeck*. *Agrofor Syst* 33: 41-50.
45. **Larios RJ**, Hernández J. 1992. Fisiografía, Ambientes y Uso Agrícola de la Tierra en Tabasco, México. CRUSE. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo.
46. **Leng RA**. 1997 Tree Foliage in Ruminant Nutrition: Background nutrition, digestive physiology and metabolism of ruminants. Rome, Italy: FAO Animal Production and Health Paper No. 139, 8-27.
47. **Leng RA**, Bird SH, Klieve A, Choo BS, Ball FM, Asefa G, Brumby P, Mudgal VD, Chaudhry UB, Haryono SU, Hendratno N. 1992. The potential for tree forage supplements to manipulate rumen protozoa to enhance protein to energy ratios in ruminants fed on poor quality forages. In: Speedy A, Pugliese PL. editors. Legume trees and other fodder trees as protein sources of livestock. Rome, Italy: FAO Animal Production and Health Paper No.102 pp 177-191
48. **Loker MW**. 1994. Where is the beef?: Incorporating cattle into sustainable agroforestry systems in the Amazon Basin. *Agrofor Syst* 25: 227-241.
49. **Lowry JB**. 1989. Agronomy and forage quality of *Albizia lebbeck* in the semi-arid tropics. *Trop Grassl* 23: 84-91.
50. **Lowry JB**, Prinsen JH, Burrows DM. 1994. *Albizia lebbeck*: a promising forage tree for semiarid regions. In: Gutteridge RC, Shelton HM. editors. *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Wallingford, UK: CAB International. 75-83.
51. **Martín, PC**. 1982. Relaciones entre el contenido de nutrientes, digestibilidad y concentración de energía en gramíneas tropicales. *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 16: 153-157.
52. **Martín PC**, Palma JM. 1999. Manual para Fincas y Ranchos Ganaderos. Indicadores útiles para su manejo. Tablas Tropicales de Composición de Alimentos. Colima, México: AgroSystems Editing.

53. **Marty RJ**, Preston TR. 1970. Molar proportions of the short chain volatile fatty acids (VFA) produced in the rumen of cattle given high-molasses diets. *Rev Cub Ciencia Agri* 4: 183-187.
54. **McDonald I**. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J Agric Sci. Camb* 96: 251-252.
55. **McLeod MN**, Minson DJ. 1988. Large particle breakdown by cattle eating ryegrass and alfalfa. *J Anim Sci* 18:976-982.
56. **Meléndez NF**. 2001. Potencial forrajero de algunos árboles tropicales en Tabasco. *Memorias II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. 2001. junio 20-22. Villahermosa (Tabasco) México: Centro Regional Universitario Sureste. Universidad Autónoma Chapingo. Disco Compacto.
57. **Meléndez NF**, González MJA, Pérez PJ. 1980 El Pasto Estrella Africana. *Boletín CA-7*. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cárdenas (Tabasco) México. México: CSAT.
58. **Minson DJ**. 1982. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Hacker JB. editor. *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*. Farnham Royal, UK: CAB. pp167-182
59. **Minson DJ**. 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. London: Academic Press Inc.
60. **Minson DJ**, McLeod MN. 1972. The *in vitro* technique. Its modifications for estimating digestibility of large numbers of tropical pasture samples. *Div. Trop. Pastures. Technical Paper. No. 8*. Australia: CSIRO,.
61. **Minson DJ**, Wilson JR. 1980. Comparative digestibility of tropical and temperate forage: a contrast between grasses and legumes. *J Austr Agric Sci* 46: 247-249.
62. **Nahed J**, Villafuerte L, Grande D, Pérez-Gil F, Alemán T, Carmona J. 1997. Fodder shrub and tree species in The Highlands of southern Mexico. *Anim. Feed Sci. Tech* 68: 213-233.
63. **NAS**. 1979 National Academy of Sciences. *Tropical Legumes: Resources for the Future: Albizia species*. Washington (DC): NAS, pp 171-184.
64. **Niembro A**. 1986. *Arboles y Arbustos útiles de México*. 1ª ed. México, DF: Limusa.
65. **Norton BW**. 1994a. The nutritive value of tree legumes. In: Gutteridge RC, Shelton HM. editors. *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Wallingford, UK: CAB International, 177-191.
66. **Norton BW**. 1994b. Anti-nutritive and toxic factors in forage tree legumes. In: Gutteridge RC, Shelton HM. editors. *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Wallingford, UK: CAB International, 202-215.
67. **Norton BW**. 1994c. Tree legumes as dietary supplements for ruminants. In: Gutteridge RC, Shelton HM. editors. *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Wallingford, UK: CAB International, 192-201.
68. **Norton BW**, Poppi DP. 1995. Composition and nutritional attributes of pasture legumes. In: D'Mello JPF, Devendra C. editors. *Tropical Legumes in Animal Nutrition*. Wallingford (UK): CAB International, 23-47
69. **NRC**. 1985. *Nutrient Requirements of Sheep*. National Research Council 6th revised edition. Washington (DC): National Academy of Sciences.
70. **NRC**. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th revised edition. Washington (DC): National Academy of Sciences.

71. **Ojeda AC.** 1992. Engorda de ovinos (borregos) Tabasco en estabulación en trópico. *Vet Méx* 29: 5-10.
72. **Orskov ER,** Hobell FD, Mould F. 1980 Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Prod. Anim. Trop* 5: 213-233.
73. **Orskov ER,** McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J Agric Sci Camb* 92: 499-503.
74. **Oviedo F,** Benavides J. 1994. Utilización del follaje de Morera (*Morus alba*) en la suplementación de Vacas y Terneras de Lechería en Pastoreo. Resúmenes Taller Internacional Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera. 1994 diciembre 13-15. Matanzas, Cuba. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" p 18.
75. **Palma LDJ.** 1985. Génesis y clasificación de los suelos del estado de Tabasco, México. Primera aproximación. Departamento de Suelos. Cárdenas, Tabasco, México: Colegio Superior de Agricultura Tropical. Secretaría Agricultura y Recursos Hidráulicos.
76. **PDAET.** 1994. Plan de Desarrollo Agropecuario del Estado de Tabasco 1994-2000 (III.2). Gobierno del Estado de Tabasco.
77. **Pezo D,** Ibrahim M. 1997. Sistemas Silvopastoriles: Una Opción para el Uso Sostenible de la Tierra en Sistemas Ganaderos. FIRA Boletín Informativo. XXIX (290): 40 p.
78. **Pineda O.** 1988. Identificación y evaluación de follajes de árboles en la región de las Verapaces, potencialmente útiles para la alimentación de rumiantes. *Zootecnia* (2): 3-7.
79. **Poppi DP,** Hendricksen RE, Minson DJ. 1985. The relative resistance to scape of leaf and stem particles from the rumen of cattle and sheep. *J Agric Sci Camb* 105: 9-14
80. **Poppi DP,** McLennan SR. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J Anim Sci* 73: 278-290.
81. **Poppi DP,** Norton BW. 1995. Intake of tropical legumes. In: D'Mello JPF, Devendra C. editors. *Tropical Legumes in Animal Nutrition*. Wallingford (UK): CAB International. 173-189.
82. **Prasad PE,** Reddy MR. 1991. Nutritive value of mulberry (*Morus alba*) leaves in goats and sheep. *Indian J Anim Nutr* 8: 295-296
83. **Preston TR,** Carcano C, Alvarez FJ, Gutierrez DG. 1976. Rice polishings as a supplement in a sugar cane diet: effect of level of rice polishings and processing the sugar cane by derinding or chopping. *Trop Anim Prod* 1: 150-163.
84. **Preston TR,** Leng RA. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles; aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de los rumiantes en el trópico. Cali, Colombia: CONDRIT Ltda.
85. **Preston TR,** Willis MB. 1974. *Intensive Beef Production*. 2nd Edition. UK: Pergamon Press Ltd: Oxford.
86. **PVD.** 1999 Plan Veracruzano de Desarrollo 1999-2004. (4.2) Sector Agropecuario. Gaceta Oficial. Tomo CLX Xalapa-Enríquez, Ver., 30 de marzo de 1999. Num 38

87. **Ramírez J.** 1997. Datos originales Normales Climáticas y Estadísticas Básicas de la Estación Climatológica del CRUSE Puyacatengo, Teapa, Tabasco. Universidad Autónoma Chapingo de 1990 a 1996.
88. **Reyes FM, Jiménez F.** 1999. Árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de la Sierra, Tabasco, México. Memorias I Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles; 1999 junio 9-11; Huatusco, Veracruz. Huatusco, Veracruz: Centro Regional Universitario Oriente. UACH. archivo 13.
89. **Robertson BM.** 1988. The nutritive value of five browse legumes fed as a supplements to goats offered a basal rice straw diet. Mag Sc Thesis, University of Queensland.
90. **Robinson PJ.** 1985. Trees as fodder crops. In: Cammel MGR, Jackson JE. editors. Attributes of trees as crop plants. Huntington, UK: Institute of Terrestrial Ecology.
91. **Rodríguez C, Arias R, Quiñones J.** 1994a. Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de Morera (*Morus spp*) en el trópico seco de Guatemala. En: Benavides J. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Serie técnica. Informe Técnico/CATIE; No. 236). 2: 515-529.
92. **Rodríguez Z, Benavides J, Chavez C, Sánchez G.** 1994b. Producción de leche de cabras alimentadas con follaje de Madero Negro (*Gliricidia sepium*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*) y suplementadas con fruto de Plátano Pelipita (*Musa sp. cv Pelipita*). En: Benavides J. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Serie técnica. Informe Técnico/CATIE; No. 236). 1: 295-317
93. **Roldán G.** 1981. Degradación ruminal de algunos forrajes proteicos en función del consumo de banano verde suplementario. (Tesis Mag Sc). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
94. **Rosales M.** 1999. Mezclas de forrajes: Uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en latinoamérica realizada de abril a septiembre de 1998. Roma, Italia: FAO Producción y Sanidad Animal no. 143
95. **Sánchez MD.** 2000 Mulberry: an exceptional forage available almost worldwide. En: Sánchez M, Speedy A. moderadores. Conferencia electrónica de la FAO sobre Morera en la producción animal. 2000. 1º mayo al 31 julio. <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/mulberry/Papers/PDF>
96. **Sanginés GJR, Lara LPE, Rivera LJA, Pinzón LL, Ramos TO, Murillo J, Itra M, Fuentes CC, Azcorra G.** 1999. Avances en los programas de investigación en Morera (*Morus alba*) en Yucatán. Memorias I Taller Internacional de Morera: La morera (*Morus alba*) oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal. 1999 diciembre. Matanzas: Cuba. Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Disco flexible 3.5"
97. **Santana H, Soca M, Simón L, Cáceres O.** 1998. Efecto del follaje de *Albizia lebeck* sobre el valor nutritivo de una dieta de King Grass. Pastos y Forrajes 21: 87-91.

98. **Schiavo BCN**, Román M. 1990. La Ganadería Bovina en la Región de Tabasco. En: Soulé OL. editor. Diagnóstico integral de la ganadería bovina en el trópico mexicano. México, D.F: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 313-333.
99. **Seijas J**, Arredondo B, Torrealba H, Combellas J. 1994. Influence of *Gliricidia sepium*, multinutritional blocks and fish meal on liveweight gain and rumen fermentation of growing cattle in grazing conditions. Liv Res Rur Dev 6(1): 90-100.
100. **Shayo CM**. 1997. Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arid areas of central Tanzania. Trop Grassl 31: 599-604
101. **Skerman PJ**, Cameron DJ, Riveros F. 1991. Leguminosas Forrajeras tropicales. Roma, Italia: Colección FAO Producción y Protección Vegetal No. 2
102. **Simón L**, Hernández I, Duquense P. 1995. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbek* Benth. (Algarrobo de olor) en el comportamiento de hembras bovinas en crecimiento. Pastos y Forrajes 18: 67-72
103. **Simón L**, Cáceres O, Santana H, Hernández I, Iglesias J, Duquense P, Delgado R, Docazal G. 1992. Resultados obtenidos en la alimentación de bovinos y ovinos con *Albizia lebbek* Benth. VI Encuentro Técnico de la Filial Territorial de ACPA. (Mimeo) Matanzas, Cuba.
104. **Soca M**, Simón L. 1998. *Albizia lebbek* (L.) Benth. (Algarrobo de olor). Pastos y Forrajes 21: 101-113.
105. **Speedy A**, **Pugliese PL**. 1992. editors. Legume trees and other fodder trees as protein sources of livestock. (Introduction) Rome, Italy: FAO Animal Production and Health Paper No.102 pp 95-113.
106. **Stahr M**. 1975. Analytical Toxicology Methods Manual. Mimeo. Laboratorio de Toxicología. Dpto de Nutrición Animal. FMVZ UNAM.
107. **Standley PC**. 1926. Trees and shrubs of Mexico. Washington, DC. United States National Herbarium, Government Printing Office.
108. **Steel GRD**, Torrie HJ. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. Bogotá: McGraw Hill.
109. **Stobbs TH**. 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for milk and beef production. Trop Grassl 9: 141-150.
110. **Szott LT**, Fernandes ECM, Sánchez PA. 1991. Soil-plant interactions in agroforestry systems. Forest Ecology and Management. 45: 127-152.
111. **Talamuci P**, Pardini A. 1993. Possibility of combined utilization of *Morus alba* and *Trifolium subterraneum* in Tuscan Maremma (Italy) In: REUR Technical Series No.28. FAO editor. Management of mediterranean shrublands and related forage resources. Rome, Italy, 206-209.
112. **Tilley JMA**, Terry RA. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J Br Grassl Soc 18: 104-111.
113. **Toledo V**, Batis AI, Becerra R, Martínez E, Ramos HC. 1995. La selva útil: Etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. Interciencia 20 (4): 177-178.
114. **Topps JH**. 1992. Potential, composition and use of legume shrubs and trees as fodders for livestock in the tropics. J. Agric. Sci. Camb 118: 1-8.
115. **Torres HM**, Garza TR, Arroyo RD, De Leon R, Molina SI. 1975. Evaluación del borrego Tabasco o Pelibuey bajo condiciones de pastoreo. Téc Pec Méx 29: 15-19.

116. **Trujillo NA.** 1987 Estudio agroecológico detallado del CEICADES-CP Area del Trapecio km 21. Cárdenas, Tabasco: Colegio de Postgraduados.
117. **Tudela F.** 1992. La Modernización Forzada del Trópico: El caso de Tabasco. Proyecto Integrado del Golfo. El Colegio de México, CINVESTAV, INFIAS y UNRISD.
118. **Valerio S.** 1994. Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Agroforestería en la Américas 1: 10-13
119. **Valdez RE,** Alvarez FJ, Ferreiro MH, Guerra F, López J, Priego A, Blackburn TH, Leng RA, Preston TR. 1977. Rumen function on cattle fed on sugar cane. Trop Anim Prod 2: 260-272.
120. **Vallejo MA,** Oviedo FJ. 1994. Características botánicas, usos y distribución de los principales árboles y arbustos con potencial forrajero de América Central. En: Benavides JE. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 665-694.
121. **Van Eys JE,** Mathius IW, Pongsapan P, Johnson WL. 1986. Foliage of the tree legumes *gliricidia*, *leucaena* and *sesbania* as a supplement to napier grass for growing goats. J Agric Sci Camb 125: 291-297.
122. **Van Soest PJ,** Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci 74: 3583-3597.
123. **Vásquez R.** 1992. Comparación del poró (*Erythrina poeppigiana*) con dos fuentes nitrogenadas comerciales en la suplementación de terneras de lechería alimentadas con una dieta basal de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). (Tesis Mag. Sc.) Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
124. **Waghorn GC,** Shelton ID. 1995. Effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the nutritive value of rye grass *Lolium perenne* fed to sheep. J Agric Sci Camb 125: 291-297.
125. **Wilson JR,** Hattersley PW. 1983. *In vitro* digestion of bundle sheath cells in rumen fluid and its relation to the suberized lamella an C₄ photosynthetic type in *Panicum* species. Grass Forage Sci 38: 219-223.