



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLAS DE NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

***Evaluación nutricional de los recursos naturales en la  
alimentación bovina en el municipio de San Lucas,  
Michoacán***

**TESIS**

**Para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Desarrollo  
Tecnológico en Sistemas de Producción Animal**

**P r e s e n t a**

**MVZ. ALEJANDRO VILLASEÑOR ÁLVAREZ**

**Comité Tutorial:**

***DRA. ERNESTINA GUTIÉRREZ VÁZQUEZ***

Morelia, Michoacán; mayo de 2007

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



***Evaluación nutricional de los recursos naturales en la  
alimentación bovina en el municipio de San Lucas,  
Michoacán***

**TESIS**

**Para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Desarrollo Tecnológico en  
Sistemas de Producción Animal**

**P R E S E N T A**

**MVZ. Alejandro Villaseñor Álvarez**

Morelia, Michoacán; mayo de 2007

## **AGRADECIMIENTOS**

A la memoria de mi padre y abuelos.

A Clío y Adriana, a María Cristina, Estefani e Hideliza, por sus muestras de apoyo, cariño y paciencia.

A mis entrañables amigos José Luís Solorio Rivera, José Herrera Camacho, Isidoro Martínez Beiza, Víctor Manuel Molina Mercado, Trino, Isaías de Jesús Díaz Maldonado y demás compañeros de Maestría, Daniel Val Arreola, Laureano Vázquez Mendoza, Edgar Víctor Infante, Alan Vázquez y compañeros de trabajo, y a todos los que de manera directa e indirecta colaboraron con sus apreciables comentarios y sugerencias, y sobre todo, por su valiosa amistad y compañerismo.

Un entrañable agradecimiento a la Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez por su generosidad académica y humana.

Un reconocimiento especial al Ph. D. Carlos Sánchez Brito del INIFAP y al M.C. Xavier Madrigal Sánchez de la Facultad de Biología de la U.M.S.N.H. por sus apreciables comentarios.

Una mención especial a Fundación Produce Michoacán, A.C. por su apoyo para la realización de este proyecto.

Un agradecimiento profundo a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y al Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por esta valiosa oportunidad de crecimiento profesional y personal.

**ALEJANDRO VILLASEÑOR ÁLVAREZ**

Morelia, Michoacán, mayo de 2007

## CONTENIDO

### ÍNDICE

INDICE DE CUADROS

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRAC	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1 Sistema de producción de bovinos de carne	4
2.2 Análisis de sistemas en la producción animal	6
2.3 Características del trópico seco	9
2.4 Los recursos naturales en la alimentación animal	11
3. JUSTIFICACIÓN	19
4. HIPOTESIS	20
5. OBJETIVOS	21
6. MATERIAL Y MÉTODOS	22
6.1 Descripción del área de estudio	22
6.2 Reunión con productores para la identificación de las especies de gramíneas y arbóreas	22
6.3 Muestreo de pastos	23
6.4 Muestreo de especies arbóreas	23
6.5 Composición químico – proximal	24
7. RESULTADOS	25
7.1 Sitios de muestreo	25
7.2 Composición botánica de los sitios de muestreo	26
7.3 Análisis químico – proximal de las gramíneas y herbáceas	28
7.4 Nombres comunes de arbustos y árboles forrajeros	29
7.5 Valor nutricional de los recursos forrajeros	31
8. DISCUSIÓN	33

9. CONCLUSIONES	49
10. LITERATURA CITADA	50

## ÍNDICE DE CUADROS

1	Sitios de muestreo, peso de las muestras (g) y altitud (msnm)	26
2	Composición botánica y frecuencia relativa por sitio monitoreado	27
3	Resultados del valor nutritivo y metabolitos secundarios (%) de las principales gramíneas y herbáceas monitoreadas	28
4	Nombres comunes de las gramíneas y herbáceas identificadas	29
5	Nombres comunes, características alimenticias y limitantes de los arbustos y árboles forrajeros	30
6	Nombres de los árboles forrajeros en Michoacán y en otros estados de la República Mexicana	31
7	Concentración de nutrientes en base seca de flores, hoja verde y seca de los árboles	32

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue caracterizar nutricionalmente los recursos naturales en la alimentación bovina en el Municipio de San Lucas, Mich. Se muestrearon 15 sitios y se obtuvieron datos de la altitud sobre el nivel del mar. Para estimar la cantidad de biomasa forrajera se utilizó un cuadro metálico de 50 X 50 cm, se cortó, identificó y pesó las muestras de pastos, arbustos y árboles forrajeros y su posterior clasificación taxonómica. Se tomaron muestras de los pastos, arbustos y árboles forrajeros para su análisis químico – proximal. Los resultados de la biomasa forrajera de los sitios muestrados fue  $910.66 \pm 234.56$  g/m<sup>2</sup> en base fresca y un promedio de altitud sobre el nivel del mar  $394.4 \pm 54.62$ . Las especies de pastos y herbáceas identificadas fueron por orden de importancia y valores nutricionales de proteína cruda (%), materia orgánica (%), fibra detergente ácida (%), taninos (g/100) y fenoles (g/100): *Bouteloua filiformes*, 3.74, 88.58, 37.04, 0.20 y 0.40; *Aeschynomene americana* (L.), 7.23, 92.87, 41.57, 0.24 y 0.90; y *Melampodium americanum*, 4.85, 89.15, 39.77, 0.42 y 0.74 respectivamente. Para los árboles y arbustos forrajeros fueron: *Combretum farinosum*, 10.68, 90.35, 23.82, 5.09 y 0.0; *Mastichodentron capiri*, 15.77, 91.47, 29.50, 0.0 y 0.73; *Caesalpinia coriaria*, 10.01, 96.63, 18.94, 2.67 y 12.36, *Ziziphus amole*, 14.38, 91.57, 32.10, 11.29 y 2.85; *Guazuma ulmifolia* Lam, 12.13, 90.94, 29.65, 10.23 y 2.39; *Cordia elaeagnoides*, 15.12, 86.82, 25.53, 0.99 y 7.98, y *Acacia farnesiana* (vainas), 11.74, 94.16, 48.16, 24.22 y 3.68 respectivamente. Se concluye en la importancia que representan los recursos naturales en la alimentación de los bovinos bajo condiciones de trópico seco y principalmente

durante el periodo de sequía al que están sometidos los animales y ser la única fuente de nutrimentos en este periodo particular.

**Palabras clave:** Pastos nativos, arbustos y árboles forrajeros y valor nutricional.



## ABSTRACT

The aim was characterized nutritional of natural resources in the bovine feeding in San Lucas Municipality, Michoacán State. Its monitored fifteen sites, additionally, its obtained dates for sea level on altitude. For estimated the quantify of biomass fodder its employed a methalic gris of 50 X 50 cm, its cut, identify and weighed the samples of grasses, shrubs and fodder trees and your later taxonomic classification. Its taken samples for the grasses, shrubs and fodder trees by analysis chemical – proximal. The results of biomass fodder in the sites sampled was  $910.66 \pm 234.56 \text{ g/m}^2$  and average of sea level on altitude  $394.4 \pm 54.62$ . The species of grasses identified was for importance and its nutritional values by % crude protein, organic matter, acid detergent fiber, tannines and phenols: *Bouteloua spp*, 3.74, 88.58, 37.04, 0.20 and 0.40; *Aeschynomene americana* (L.), 7.23, 92.87, 41.57, 0.24 and 0.90; and *Melampodium americanum*, 4.85, 89.15, 39.77, 0.42 and 0.74 respectively. For the trees and shrubs fodders was: *Combretum farinosum*, 10.68, 90.35, 23.82, 5.09 and 0.0; *Mastichodentron capiri*, 15.77, 91.47, 29.50, 0.0 and 0.73; *Caesalpinia coriaria*, 10.01, 96.63, 18.94, 2.67 and 12.36; *Ziziphus amole*, 14.38, 8.43, 91.57, 32.10, 11.29 and 2.85; *Guazuma ulmifolia* Lam, 12.13, 90.94, 29.65, 10.23 and 2.39; *Cordia elaeagnoides*; 15.12, 86.82, 25.53, 0.99 and 7.98, y *Acacia farnesiana* (fruit), 11.74, 94.16, 48.16, 24.22 and 3.68 respectively. Its concluded the importance that represented the natural resources in the bovine feeding under condition of dry tropic and mainly during dry period at that are summit the animals and be the only resource of nutriments in this particular period.

**Keywords:** Native grasses, shrubs and fodder trees, and nutritives values.

## 1. INTRODUCCIÓN

El ambiente es la principal fuente de satisfactores para la sociedad, es una cuestión de sobrevivencia el hacer un aprovechamiento racional de los recursos naturales; sin embargo, el crecimiento acelerado de la población con la consecuente demanda creciente de alimentos y otras necesidades humanas, ha provocado efectos negativos al medio, reflejados en el deterioro y el agotamiento de los recursos naturales (Neri *et al.*, 1999).

La ganadería es la principal fuente de proteína en México y es la forma de uso del suelo más extendida en todo el territorio del país, lo cual le da una gran importancia económica, social y ambiental. Esta tiene varios aspectos, entre los que destacan la producción y los impactos ecológico, cultural y social. Cualquiera de ellos conduce directamente a la polémica acerca del uso y vocación del suelo, de la diversificación de las fuentes de alimentos y de la transformación de la cultura regional (Guevara, 2001).

Se menciona que la baja ganancia de peso vivo del ganado durante la época de sequía en ciertas áreas del trópico ha sido identificada como una limitante mayor para alcanzar las tasas de crecimiento en los sistemas de producción extensivos basados en el pastoreo suficiente para el mercado y especificaciones del becerro y pesos a lograr para la venta. Tanto la proteína como la energía son los nutrientes limitantes para el crecimiento de los animales bajo estas condiciones (Poppi and McLennan, 1995).

Por otra parte, desde un punto de vista ecológico, la ganadería es clave si se aspira a un manejo equilibrado y sostenible del suelo, la biodiversidad y los recursos naturales. El conocimiento acerca de la ecología y el comportamiento del ganado vacuno es muy superficial, se conoce poco sobre la relación entre ganado, fauna y flora locales, así como sobre el efecto de las condiciones ambientales en los animales y de la influencia de estos en el cambio de condiciones en los hábitats. Lo escaso y fragmentario de este conocimiento mitifica el impacto ecológico de esta actividad y limita las posibilidades y las alternativas para su manejo racional (Guevara, 2001).

Los ecólogos consideran a la ganadería como una perturbación de gran envergadura en los ecosistemas, que acarrea la desaparición de especies nativas y la invasión de especies exóticas, y que causa cambios en la estructura física y la fertilidad del suelo, ideas que surgen de un desarrollo ganadero enfocado exclusivamente en la producción y basado en la transformación del ambiente natural (Guevara, 2001).

Una de las causas de la degradación de los pastizales nativos es el sobrepastoreo, esto es, la aplicación por tiempos prolongados de cargas animal por arriba de la capacidad de carga; el sobrepastoreo lleva primero a la desaparición de las especies más palatables, el incremento de especies poco

palatables, más suelo desnudo (erosión) y el ingreso de malezas (Mannetje, 2000).

Se ha estimado que para la región de Tierra Caliente, Michoacán (SAGARPA/COTECOCA, 2001), un coeficiente de agostadero actual aplicado de 1.50 has/U.A.; la recomendación técnica emitida por COTECOCA con base a estudios previos en la región es de un coeficiente de agostadero óptimo de 8.93 has/U.A., mostrando un sobrepastoreo excesivo en esta región.

El propósito del presente estudio fue caracterizar nutricionalmente los recursos naturales en la alimentación bovina en San Lucas, Mich.

## **2. Antecedentes**

### **2.1 Sistema de producción de bovinos de carne**

El sistema de producción de bovinos de carne es la actividad principal en la región de Tierra Caliente y también en el municipio de San Lucas, Mich., opera con bajos costos de producción debido a su carácter extensivo, que basa la alimentación del ganado en el agostadero. Estudios previos en el estado de Guerrero que pertenece a la región agroecológica de la Depresión del Balsas que incluyen algunos municipios de Michoacán, han determinado que los productores han desarrollado un conocimiento local y del ambiente, que les permiten la toma de decisiones para el uso adecuado de sus recursos naturales. Por ejemplo, el 36% de los productores mencionan que el ganado utiliza en su alimentación la vegetación nativa, y que durante los últimos 15 años se ha observado una disminución importante de los pastos denominados comúnmente como grama o pasto nativo (*Cynodon dactylon*), zacate polole (no identificado), atacua (*Muehlenbergia elata*) y panindicua (no identificado) por el sobrepastoreo, carencia de lluvias, el sobreuso de pesticidas y el fuego en los agostaderos entre otras causas (Cipriano *et al.*, 2002; Manzo *et al.*, 2002).

Por otra parte, COTECOCA (1987) reporta que para la región de Tierra Caliente y específicamente para el municipio de San Lucas, el tipo de cubierta vegetal es

selva baja caducifolia y se caracteriza por estar formado por árboles bajos, de 8 a 12 metros de altura, con hojas laminares anchas, compuestas y abundantes, que en la época seca del año se caen. Las principales especies presentes en este tipo de vegetación son: cuajote (*Acacia acatlensis*), tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*), guaje (*L. divaricata*), papelillo (*Bursera simaruba*, *B. fagariodes*, *B. odorata*, *B. bipinnata*), copal (*B. excelsa*), cacalosuchil (*Plumeria rubra*), cuachalalata (*Juliana adstringens*), pochote (*Pseudobombax ellipticum*), cazahuate (*Ipomoea intrapilosa* e *Ipomoea murucoides*), plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), mezquite (*Prosopis laevigata*), anona (*Annona spp*), mora (*Maclura tinctoria*), amate (*Ficus spp*), capiri (*Sideroxylon capiri*), atuto (*Pseudobombax ellipticum*), brasil (*Haematoxylum brasiletto*), cueramo (*Cordia elaeagnoides*), granjeno (*Celtis iguanaza*), tepemezquite (*Conzattia multiflora*), guacima (*Guazuma ulmifolia*), tepame (*Acacia pennatula*), hincha huevos (*Pseudosmodingium perniciosum*), chiconpus (*Cyrtocaroa oriceram*) engorda cabra (*Dalea difusa*), pelo de ángel (*Calliandra anomala*), bonete (*Pileus hepatphyllus*), pata de cabra (*Bauhinia longiflora*), tatzumbo (*Piscidia communis*), corongoro (*Zizyphus sonorensis*), cucharo (*Trichilia havanensis*), huizache (*Acacia farnesiana*), nopal (*Opuntia spp*), palo verde (*Cercidium praecox*), crucillo (*Randia echinocarpa*) y palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*).

El estrato herbáceo esta constituido por *Aristida divaricata*, *Aristida spp*, *Hilaria cenchroides*, *Bouteloua filiformes*, *B. curtispendula*, navajita velluda (*B. hirsuta*), *Eragrostis sp*, *Cenchrus sp*, *Panicum sp*, *Paspalum sp*, aceitilla (*Cathestecum*

*erectum*), zacate colorado (*Heteropogon contortus*), zacate mezquite (*Hilaria belangeri*), *Digitaria sp* y teozintle (*Euchlaena mexicana*).

## **2.2 Análisis de sistemas en la producción animal**

El presente estudio se abordará bajo un enfoque sistémico, dadas las características del sistema de producción de bovinos de carne, ya que el componente “pradera nativa” tiene la característica de sostener el sistema en conjunto por su importancia como sustrato alimenticio de los animales y el papel que representa desde el punto de vista ecológico y de biodiversidad del sistema.

El análisis de los sistemas, consiste en el estudio de las partes a través del conocimiento del todo, enfatizando sobre las relaciones que se establecen entre los distintos elementos que lo componen. Así entre lo específico carente de significado, y lo general carente de contenido, debe existir para cada propósito y en cada nivel de abstracción, un grado óptimo de generalidad (Wadsworth, 1997; Ruíz y Oregui, 2001). Se reconocen dos componentes clave en los sistemas ganaderos, denominados biofísicos como “sistemas de producción” de cultivos, pastos, animales, suelos, climas, que en forma conjunta con ciertas entradas y salidas físicas de elementos y el “sistema de manejo”, constituido por la gente, valores, objetivos, conocimientos, recursos, oportunidades de monitoreo y toma de decisiones (Keating and McCown, 2001). Tamminga (1996) estableció, bajo un



enfoque de sistemas que, los sistemas biológicos se dividen en primarios (plantas), secundarios (animales) y terciarios (humanos) y que se conducen a nivel energético vía energía fósil o energía renovable para la producción de biomasa.

Bajo este enfoque se han abordado diversos estudios en la región de Tierra Caliente con la finalidad de determinar la problemática presente en la región y dar soluciones específicas. Jerezano *et al.*, (2002) reportan que la población bovina por sexo, edad y estructura de los hatos, muestra un 87.6% de hembras y 12.4% machos; la edad de las hembras promedio 43.5 meses y machos 24.6 meses. Se observo que no existen políticas de reemplazo definidas y que la relación de semental:vacas es adecuada. Otro estudio similar (Molina *et al.*, 2003) reporta que el promedio de animales por hato fue de  $48.41 \pm 34.66$ .

Molina *et al.*, (2003) reportan en un estudio realizado en la región de Tierra Caliente, que los sistemas de producción identificados y clasificados fueron: producción de carne, 57%; doble propósito, 33%; producción de leche, 6% y pie de cría, 4%. Por lo que respecta a la Tenencia de la tierra, la pequeña propiedad, ejidal y comunal, se encontró que el 64, 50 y 1.47 % de los productores tienen esas modalidades, respectivamente. Se siembran alrededor de 1,795.5 has siendo 1,067 de maíz y 728.5 de sorgo. El 11.2 % de la superficie se dedica a la agricultura correspondiendo 14,163.5 has para la actividad agropecuaria. Se ha reportado (Molina, 2005) en forma general que el sistema de producción principal

en la región de Tierra Caliente, Michoacán, es la cría de becerros al destete, en agostaderos, no obstante, en el municipio de Huetamo existen también subsistemas de producción de leche. Se encontró que la tenencia de la tierra es de dos tipos, propiedad ejidal y pequeña propiedad, el tamaño promedio de los predios es de, 50 hectáreas. El recurso alimenticio del ganado bovino se basa en pastos nativos, en potreros y agostaderos, existe una cobertura vegetal en una superficie de 31,157 hectáreas, en su mayoría cerril y con pendientes pronunciadas, de suelo semi - desnudo, piedra, hierba, zacate, arbusto y árboles.

Por otra parte, los productores realizan el ordeño estacional, practican el amamantamiento libre, destetan hasta los 12 meses o más y el intervalo entre partos es de 24 meses. Las explotaciones no cuentan con algún tipo de registro, las fuentes abastecedoras de agua están lejanas de los animales, los que tienen que recorrer largas distancias para consumir agua. La mayoría de las explotaciones la mano de obra es familiar, 254 (63.5%) de los productores encuestados tienen como única fuente de trabajo sus unidades de producción pecuarias. Estos sistemas de la región de estudio, han operado así por muchos años bajo las mismas condiciones económicas, sociales y ambientales, de las que se pudo observar: pobreza, marginación, analfabetismo, emigración, con un clima y suelo no favorables (Molina, 2005).

En épocas de sequía se tienen altos costos de producción del ganado por la suplementación alimenticia proporcionada a los animales, y si las sequías son muy

severas, hay reducción de hatos por la venta de animales que no pueden ser alimentados adecuadamente. Las unidades de producción pecuaria en la región presentan características similares, es decir, presentan una dispersión, con bajos niveles tecnológicos en lo referente a las instalaciones o infraestructura de corrales, no aplican registros productivos ni reproductivos, con relación a la sanidad, se vacuna y desparasita de forma anual (Cipriano *et al.*, 2002).

### **2.3 Características del trópico seco**

Las zonas del trópico seco ocupan un área de 31.7 millones de hectáreas, lo que equivale al 16% de la superficie del país; se localizan en 26 entidades federativas y agrupan 24 tipos de vegetación. El trópico seco comprende las regiones ecológicas caracterizadas por la presencia de selvas caducifolias y subcaducifolias; se localizan altitudinalmente a menos de 2,000 m, con temperaturas: media anual superior, de 18° C; del mes más frío, 16° C y mínima extrema de - 4° C; con heladas frecuentes y una precipitación pluvial de 600 a 1,300 mm al año, distribuida en un periodo de 115 a 175 días; las condiciones favorables para el crecimiento vegetal son sumamente estacionales, con duración de 115 a 208 días (Jaramillo, 1994).

Por otra parte, en una escala global, los pastizales proveen no sólo la mayor parte del alimento, sino también el espacio, para los sistemas de producción con base en rumiantes. Los pastizales, incluidas las sabanas y los bosques, forman, en

términos de biomasa, la segunda gran biomasa terrestre sólo después de los bosques (Mannetje, 2000).

El pastizal es el ecosistema en el cual las gramíneas dominan la vegetación y las especies leñosas no exceden el 40% de la cobertura aérea, sean usadas o no para la producción animal. Los pastizales junto con los bosques húmedos tienen un gran significado ecológico, pues ambos tipos de vegetación presentan las siguientes características:

1. Protegen los suelos con perfiles frágiles.
2. Almacenan grandes cantidades de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
3. Son el hábitat de flora y fauna silvestre.
4. Son la vegetación de las cuencas de los ríos (Mannetje, 2000).

Adicionalmente, en los países en desarrollo los pastizales constituyen el principal recurso alimenticio de los sistemas ganaderos tradicionales. El área más grande de pastizales en el mundo lo constituyen los “llanos”, que presentan en su composición especies nativas o naturalizadas, que no se fertilizan, no se riegan, la mayor parte sin cercos divisorios, donde se practica el apacentamiento como única actividad. No se aplican insumos adquiridos y su suministro de nutrientes depende enteramente de la naturaleza (Mannetje, 2000; Gibon, 2005).

## 2.4 Los recursos naturales en la alimentación animal

Existen diferentes enfoques de análisis del papel que desempeñan los recursos naturales en la producción agropecuaria. La producción ganadera ha incrementado su intensificación resultando en unidades de producción especializadas y de mayor tamaño y el rol de las tierras de pastoreo en los sistemas de producción pecuario han sido marginalizadas (Kristensen *et al.*, 2005).

La elevada demanda de carne y leche coloca una gran presión sobre la base de los recursos naturales a nivel global. Cerca de 34 millones de km<sup>2</sup> o 26% del área de tierra en el mundo se usan para el pastoreo ganadero. El sistema de pastoreo está basado sobre praderas nativas con o limitada integración de cultivos. Este sistema frecuentemente no involucra entradas externas (Steinfeld, 1998). Un estudio en Brasil (Muchagata and Brown, 2003) menciona que el manejo de los recursos naturales (pastos y arbustos) son la clave para mejorar la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios y la intensificación de la producción ganadera. Los sistemas pecuarios deben ser compatibles con los recursos disponibles de tal manera que se enfatice el logro económico óptimo y no el máximo biológico. La eficacia de los sistemas de producción con rumiantes no puede ser medida sencillamente en términos de eficiencia alimenticia, ya que el componente básico de la dieta a menudo es un residuo o un subproducto de bajo valor comercial. Los pastos en las regiones tropicales y subtropicales crecen rápidamente durante los

periodos de lluvia y altas temperaturas; por lo tanto, las plantas contienen elevados niveles de pared celular. El follaje es joven y verde (alto contenido de N, carbohidratos solubles, grasas y alta digestibilidad) sólo durante periodos muy cortos. El valor de los pastos disminuye rápidamente con la madurez y, durante las épocas secas, el alimento disponible es bajo en digestibilidad y N. El factor principal que limita la productividad a partir de estos pastos es el hecho de que los animales pierden peso durante la sequía debido al desequilibrio nutricional en los alimentos disponibles (Preston y Leng, 1990).

Se menciona que la agroforestería puede ayudar a prevenir la degradación de la tierra y permite un uso continuo de la tierra para producir cultivos y ganado sobre una base sustentable. A pesar del reconocimiento de que los árboles pueden tener un alto valor ambiental a nivel local y la atención que ha recibido la agroforestería como una herramienta para un desarrollo sustentable, no ha sido valorada ampliamente por los ganaderos (Cacho, 2001).

Uno de los principales problemas para la producción animal característico en los trópicos es la estacionalidad de las lluvias y los periodos secos. Como respuesta a los periodos secos, en países de África, Asia, Latino América y Australia se han venido utilizando los árboles como fuente de forraje (Osuji and Odenyo, 1997; Solorio and Solorio, 2002; Bakshi and Wadhwa, 2004).

Este tipo de sistemas productivos donde se involucran especies perennes leñosas combinadas con cultivos agrícolas y/o animales en un espacio y un tiempo establecido se enfatiza la utilización de árboles y arbustos rústicos de múltiple uso, que se adapten a condiciones difíciles y ecosistemas frágiles bajo condiciones de una agricultura de bajos insumos. Dentro de los objetivos de los sistemas silvopastoriles están:

- 1) aumentar la productividad vegetal y animal sin incrementar los insumos,
- 2) conservar praderas de buena calidad en épocas por el efecto del microclima y la protección generada por los árboles,
- 3) asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación del uso de la tierra,
- 4) producir madera, leña y otros forrajes sin disminuir la producción de pasto,
- 5) evitar efectos perjudiciales del sol, viento y la lluvia sobre los suelos,
- 6) minimizar la escorrentía del agua y la pérdida de suelo,
- 7) mejorar la estructura del suelo por el incremento de los contenidos de materia orgánica y minerales que son reciclados rápidamente,
- 8) la utilización de árboles fijadores de nitrógeno,
- 9) contribuir al mantenimiento de la biodiversidad local (Ramírez *et al.*, 2000; Gómez *et al.*, 2002; Aronson *et al.*, 2002; Graham and Vance, 2003).

Los sistemas silvopastoriles ofrecen el potencial de incorporar beneficios ambientales y al mismo tiempo, se incrementa la diversidad de salidas en los

sistemas de producción ganadera (Botero y Russo, 1999; Burley and Speedy, 1999; Ramírez *et al.*, 2000; Araújo *et al.*, 2002; Teklehaimanot *et al.*, 2002; White *et al.*, 2004). Se menciona (Menezes *et al.*, 2002) que los sistemas silvopastoriles generan ciclos de nutrientes en los procesos del ecosistema y que mejoran el microclima y las dinámicas de los nutrientes del suelo. Los árboles multipropósito son un inmenso potencial natural en las regiones tropicales del mundo y que paradójicamente han sido pobremente investigados, pese a la urgente necesidad de proteína para los animales domésticos que utiliza el hombre. Se reconocen cerca de 18,000 especies de leguminosas en el mundo, la mayoría de las cuales se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales del planeta (Shelton, 2000; Gómez *et al.*, 2002).

La investigación realizada hasta la fecha sobre los árboles forrajeros demuestra que:

- i) El follaje de numerosas especies de árboles y arbustos puede mejorar la calidad de las dietas tradicionalmente usadas para la alimentación de los animales. El contenido de proteína cruda de este follaje generalmente duplica o triplica al de los pastos y, en varios casos, el contenido energético es también muy superior; llegando, comparándose incluso con el de los concentrados comerciales. La presencia de estos follajes en las dietas incrementa significativamente la producción de leche y las ganancias de peso de los animales.



- ii) Numerosas especies de árboles producen abundantes niveles de biomasa comestible por unidad de área, son tolerantes a la poda y fácilmente manejables desde el punto de vista agronómico. En asociaciones de gramíneas con leñosas forrajeras se puede incrementar significativamente la producción de proteína cruda por unidad de área con respecto a la obtenida con el pasto en monocultivo.
- iii) En asociación con pasturas, algunas especies de árboles no afectan o pueden incrementar significativamente la producción de las gramíneas.
- iv) En época de sequía, los árboles pueden producir cantidades superiores de forraje que las obtenidas con el pasto y tal producción es mucho más sostenida que la del pasto en condiciones en las que no se utiliza fertilizante químico.
- v) Por encontrarse especies forrajeras en la mayoría de las zonas de vida de América Central, se pueden desarrollar sistemas silvopastoriles en diversas condiciones ecológicas. Además, por su versatilidad de manejo agronómico, pueden ser utilizados en sitios y fincas con limitaciones de área y propiciar una mayor sostenibilidad de la producción de forrajes sin competencia con otras actividades agrícolas (Benavides, 1995; Moulart *et al*, 2002; Guevara *et al*, 2003).

Para que un árbol o arbusto pueda ser clasificado como forrajero debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales, como de producción y de versatilidad

agronómica, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. En tal sentido los requisitos para tal calificación son:

- i) que su consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios en sus parámetros de respuesta;
- ii) que el contenido de nutrimentos sea atractivo para la producción animal;
- iii) que sea tolerante a la poda y,
- iv) que se puedan obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible por unidad de área (Benavides, 1995).

Se le ha dado un mayor énfasis a las especies leguminosas con capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. Existe una gran diversidad de estas plantas que pueden integrarse exitosamente en los sistemas de producción animal, sobre todo, en aquellos sistemas de baja escala o pequeños productores. Sin embargo, existe poca literatura con información detallada sobre el manejo de árboles y de la información existente mucha se encuentra enfocada principalmente a especies como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*. De aquí la necesidad de trabajar con otras especies arbustivas y arbóreas y su uso en forma integrada, lo cual tendría mayores beneficios aparte de los ya conocidos en la alimentación animal, tales como reducir el impacto de plagas y enfermedades y mejorar las condiciones físicas y químicas del lugar donde crecen. En este sentido, los árboles desempeñan un papel fundamental en la reducir la demanda existente por

alimentos para la producción animal al mismo tiempo que pueden reducir el impacto de la degradación del suelo (Solorio and Solorio, 2002).

Otro tipo de enfoque son los agroecosistemas; la agroecología ha emergido como la disciplina que provee de principios ecológicos básicos de cómo estudiar, diseñar y manejar los agroecosistemas para la conservación de los recursos naturales y la productividad y que son también sensibles culturalmente, socialmente justos y económicamente viables (Altieri, 2003).

Es importante para un manejo efectivo de la vegetación nativa de información sobre donde se ubica la vegetación, tipo de vegetación, los procesos ecológicos continuos y ocurridos en el pasado que han determinado o mantenido la vegetación, el papel desempeñado en la conformación del paisaje y como efectivamente estas funciones se han desarrollado. Estas últimas características son necesariamente valores de juicio y requieren un contexto en el cual estos criterios puedan emitirse. La vegetación nativa puede ser vista en una variedad amplia de contextos incluyendo la captura de energía (también como almacenamiento de carbono), el ciclo del agua o de nutrientes, estabilidad del paisaje, producción de forraje para almacenamiento o como hábitat de vida silvestre (Adler *et al*, 2001; Parkes *et al*, 2003; Simons and Leakey, 2004). Como se observa, el análisis de los recursos naturales es diverso en puntos de vista y

converge finalmente en que las actividades agropecuarias deben ser sustentables a largo plazo.

En términos generales, se reportan en la literatura los aportes nutricionales de diferentes pastos inducidos, granos y distintas fuentes proteicas, sin embargo, en los sistemas de producción extensivos donde su base principal de alimentación son pastos nativos, árboles y arbustos forrajeros que consumen los animales durante las diferentes épocas del año han sido poco estudiados en el estado de Michoacán a excepción de los reportado por González (2006), González *et al.*, (2006) y Ávila *et al.*, (2007).

### **3. JUSTIFICACIÓN**

De acuerdo a la información del coeficiente de agostadero (SAGARPA/COTECOCA, 2001) existe un sobrepastoreo en el Municipio de San Lucas, Mich., sin embargo, es necesario estimar con mayor precisión el papel que desempeñan los recursos naturales en la alimentación del ganado bovino en el municipio de San Lucas, Mich., y servirá como un instrumento en la toma de decisiones por los productores para el manejo sustentable de los recursos naturales en el Municipio de San Lucas, Michoacán.

#### **4. HIPÓTESIS**

Los recursos naturales (pastos, arbustos y árboles forrajeros) del municipio de San Lucas, Michoacán constituyen un potencial alimenticio y nutricional para el ganado bovino bajo condiciones de pastoreo libre.

### **OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar nutricionalmente los recursos naturales en la alimentación bovina en San Lucas, Michoacán.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Caracterización cualitativa y cuantitativa por género y especie de las gramíneas nativas y las especies de árboles forrajeros presentes en los predios en estudio.
2. Determinación del valor nutritivo de las gramíneas nativas a través del análisis químico-proximal.

## **6. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **6.1 Descripción del área de estudio**

El presente estudio se realizó en el Municipio de San Lucas, Mich., entre septiembre y noviembre del 2002. El municipio se ubica geográficamente a una latitud norte de 18° 35' y longitud oeste de 100° 47' con una altitud de 300 msnm; el clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano y una precipitación pluvial media anual de 800 – 1000 mm. Se ubica en la Depresión del Balsas y su litografía la integran rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Existe una predominancia de suelos jóvenes, de poco desarrollo, colores claros y texturas de migajón-arenoso llamados regosoles. La vegetación predominante es la selva baja caducifolia y se encuentra intercalada con pastizales nativos y limitadas áreas agrícolas temporaleras (González y Cabrera, 2003).

### **6.2 Reunión con productores para la identificación de las especies de gramíneas y arbóreas**

Para el muestreo, se realizó una reunión previa en el mes de julio del 2002 con productores ganaderos y se les expuso los objetivos del estudio y 15 productores aceptaron participar en el monitoreo del pastizal. Se realizaron visitas guiadas por los productores indicando el árbol o arbusto en los predios seleccionados y las predilecciones de consumo por el animal (hoja verde o seca, fruto y flor) en la localidad de Las Paredes del municipio de San Lucas.



### **6.3 Muestreo de pastos**

Se muestrearon 15 sitios diferentes entre agosto y noviembre del 2002 y, adicionalmente, se obtuvieron datos de la altitud sobre el nivel del mar. Para estimar la cantidad de biomasa forrajera presente en la pradera, se utilizó un cuadro metálico de 50 X 50 cm, se cortó, identificó y pesó las muestras de pastos; dependiendo de la homogeneidad de la pradera se tomaron 1 a 3 muestras por predio (Friedel *et al.*, 1988) y, adicionalmente, se estimó la frecuencia relativa en la composición botánica de las muestras. Los ejemplares colectados (pastos y arbustos y árboles forrajeros) se conservaron en prensas botánicas para ser clasificados en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Estación Experimental de La Carreta según criterios establecidos; y en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

### **6.4 Muestreo de especies arbóreas**

De los árboles referidos por los productores se obtuvieron dos tipos de muestras, una para clasificación taxonómica y otra para la determinación química-proximal y así como la concentración de taninos y fenoles. Este muestreo se realizó en la comunidad de Las Paredes. Se tomaron dos tipos de muestras de los árboles y arbustos: 1) Por triplicado que se colocaron en prensa para su posterior

deshidratado e identificación en el Laboratorio de Botánica de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

### **6.5 Composición químico - proximal**

Para la determinación de la composición química y metabolitos secundarios de los ejemplares colectados se seleccionaron partes comestibles (hojas, flor y fruto) de varios ejemplares de cada especie arbórea y de pastos colectados en las praderas. Las muestras se conservaron en bolsas de plástico durante el proceso de colecta de los ejemplares, secando las muestras en una estufa de aire forzado a 60° C durante 24 horas, posteriormente se pulverizaron en un molino de recipientes metálicos con balines a 300 rpm durante 2 minutos. A las muestras se les determino proteína cruda (PC%), materia orgánica (MO%) de acuerdo a los métodos descritos de la AOAC (1990). A las muestras se les determino fenoles totales y taninos condensados de acuerdo con la técnica propuesta por Price y Butler (1997); adicionalmente se determinaron la fracción de fibra detergente detergente ácida (FDA) mediante la técnica descrita por Van Soest *et al.* (1991). Los resultados se expresaron porcentualmente.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Sitios de muestreo

La información obtenida del muestreo para la determinación de la producción de pasto (g) de los sitios muestreados (1 m<sup>2</sup>) se muestran en el Cuadro 1. En 4 de los sitios muestreados solamente se realizó una sola medición de pesos debido a que presentaban homogeneidad en la cobertura vegetal, sin embargo, en 10 lugares se tomaron dos muestras por la relativa homogeneidad presente y se promediaron; solamente en un predio se recolectaron 3 muestras. Se encontraron pesos mínimos de 520 g por sitio hasta máximos de 1400 g y el peso promedio fue de  $910.66 \pm 234.56$  en base fresca.

En lo referente a la altitud sobre el nivel del mar se obtuvieron mediciones mínimas de 292 msnm hasta máximas de 490 msnm con un promedio de  $394.4 \pm 54.62$  (Cuadro 1).

Cuadro 1. Sitios de muestreo, peso de las muestras (g) y altitud (msnm)

Productor	Nombre del predio	Peso de la muestra (g/m <sup>2</sup> )	Altitud (msnm)
1	Los Candelillos	960 g <sup>1</sup>	387
2	Las Paredes	800 g	457
3	S/N	620 g <sup>1</sup>	354
4	La Parcela de Cuerazo	1040 g <sup>1</sup>	367
5	S/N	700 g <sup>1</sup>	387
6	Barrio Alto	1080 g <sup>1</sup>	305
7	El Brasil	1400 g <sup>1</sup>	490
8	Siringuanico	1300 g <sup>1</sup>	460
9	S/N	800 g <sup>1</sup>	414
10	Los Capires Cuates	980 g <sup>1</sup>	366
11	La Presita	840 g	378
12	El Apartadero	840 g <sup>2</sup>	426
13	El Apartadero Viejo	820 g <sup>1</sup>	417
14	S/N	520 g	416
15	La Campana	960 g	292
		910.66 ± 234.56	394.4 ± 54.62

msnm= metros sobre el nivel del mar. <sup>1</sup> Sitios con dos muestras; <sup>2</sup> Sitio con tres muestras.

## 7.2 Composición botánica de los sitios de muestreo

Por lo que respecta a la composición botánica de los agostaderos monitoreados (selva baja caducifolia), se realizó la clasificación taxonómica mediante la metodología establecida previamente (Hitchcock, 1971; Rzedowski y Rzedowski, 2001) de las especies presentes en los agostaderos resultando para las gramíneas, el género *Bouteloua filiformes*, para las plantas compuestas (herbáceas), el género *Melampodium americanum* (L.) y leguminosas del género *Aeschynomene americana* (L.). Se presentó una baja biodiversidad de especies

herbáceas, leguminosas y gramíneas en los sitios muestreados, desde una sola variedad de gramínea (*Bouteloua filiformes*) hasta sitios con presencia de 5 tipos diferentes de plantas (Cuadro 2). Se observa que las gramíneas que predominaron fueron *Bouteloua filiformes* en rangos desde un 31 hasta un 100 % en los agostaderos monitoreados. En segundo termino fue *Aeschynomene americana* desde un 2.5 hasta un 18.5 %. Con relación a las plantas compuestas, su frecuencia fue la siguiente: para *Melampodium americanum* con rangos entre el 5 al 45% y otras especies entre 4 hasta 65%.

Cuadro 2. Composición botánica y frecuencia relativa por sitio monitoreado

Productor	Predio	<i>Bouteloua filiformes</i>	<i>Melampodium americanum</i>	<i>Aeschynomene americana</i>	Otros
1	Los Candelillos	75%	5%	7.5%	12.5%
2	Las Paredes	90%	0%	0%	10%
3	S/N	85%	0%	11%	4%
4	La Parcela	35%	0%	0%	65%
5	S/N	57.5%	0%	0%	42.5%
6	Barrio Alto	85%	15%	0%	0%
7	El Brasil	55%	45%	0%	0%
8	Siringuanico	92.5%	7.5%	0%	0%
9	S/N	60%	5%	18.5%	12.5%
10	Los Capires Cuates	82.5%	0%	2.5%	15%
11	La Presita	100%	0%	0%	0%
12	El Apartadero	76.5%	0%	17.5%	6.5%
13	El Apartadero Viejo	87.5%	0%	0%	12.5%
14	S/N	70%	0%	0%	30%
15	La Campana	60%	0%	0%	40%

### 7.3 Análisis químico – proximal de las gramíneas y herbáceas

Los resultados del análisis químico - proximal y metabolitos secundarios de las muestras de 1 gramínea y dos herbáceas se observan en el Cuadro 3. El contenido de proteína cruda (%) de la gramínea fue de 3.74, y con relación a las herbáceas (*Aeschynomene americana* y *Melampodium americanum*) sus valores fueron de 7.13 y 10.85 respectivamente.

Cuadro 3. Resultados del valor nutritivo y metabolitos secundarios (%) de las principales gramíneas y herbáceas monitoreadas

Nombre	M. S.	PC	Cenizas	M.O.	FDA	Taninos g/100*	Fenoles g/100**
<i>Bouteloua filiformes</i>	93.58	3.74	11.42	88.58	37.04	0.20	0.40
<i>Aeschynomene americana</i>	94.59	7.23	7.13	92.87	41.57	0.24	0.90
<i>Melampodium americanum</i>	94.04	4.85	10.85	89.15	39.77	0.42	0.74

\* Equivalentes a catequina. Extraídos con acetona al 70%. \*\* Equivalentes a Ac. Galico. Extraídos con acetona al 70%.

En lo referente a los nombres comunes con los que son conocidas las gramíneas y herbáceas por los productores en el municipio de San Lucas, se observan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Nombre comunes de las gramíneas y herbáceas identificadas

Nombre científico	Nombre común en la región
<i>Bouteloua filiformes</i>	Gramma nativa
<i>Aeschynomene americana</i>	Juan duro
<i>Melampodium americanum</i>	Ojo de perico

#### 7.4 Nombres comunes de arbustos y árboles forrajeros

Existe una amplia variedad de arbustos y árboles forrajeros que están presentes en la región de Tierra Caliente. Según el tipo de selva mediana subcaducifolia o baja caducifolia, es el tipo de vegetación que se localiza en los predios.

En el Cuadro 4 se muestran el nombre común, la preferencia en el consumo del ganado y observaciones principales que refirieron los productores con respecto al empleo de estos arbustos y árboles forrajeros por el ganado, permanencia durante el año en estado vegetativo verde y principalmente a su capacidad de reproducción de las arbustivas y su uso en diversas actividades como en el proceso de curtir pieles de ganado hasta la desparasitación interna y externa del ganado.

Cuadro 5. Nombres comunes, características alimenticias y limitantes de los de arbustos y árboles forrajeros

Nombre común	Preferencia en el consumo	Observaciones
Brasil	Hoja verde y seca	Se anidan serpientes en el tallo
Carape	Hoja verde y seca	Asociado a lugares con agua
Capire		
Cascalote	Vaina y hojas	La vaina se usa para curtir cuero
Corongolo	Fruto; el follaje los burros	Se emplea como desparasitante interno y externo
Cuaulote	Hoja y fruto	Se reproduce poco
Cuíndira		Se reproduce poco
Cueramo	Hoja (verde y seca), vaina y semilla	Se reproduce bien

Por otra parte, se presentan en el Cuadro 5 los nombres de los árboles forrajeros en Michoacán y en otros estados de la república mexicana observándose una amplia diversidad de denominaciones debido a su presencia en la geografía mexicana desde la parte del pacífico y del Golfo de México, y a los diferentes grupos culturales que habitan en esas regiones.



Cuadro 6. Nombres de los árboles forrajeros en Michoacán y en otros estados de la república mexicana

Nombre local y en Michoacán <sup>a</sup>	Sinonimia local y en otros estados de la república: Oax <sup>1</sup> , Gro <sup>2</sup> , Chis <sup>3</sup> , Mich <sup>4</sup> , Dgo <sup>5</sup> , Sin <sup>6</sup> , Ver <sup>7</sup> , Pue <sup>8</sup> , Méx <sup>9</sup> , Jal <sup>10</sup> , Son <sup>11</sup> , Yuc <sup>12</sup>
Carape, carapi, bejuco, escobetillo o mielecilla	( <i>Combretum farinosum</i> ) angarilla <sup>5</sup> , bejuco de piedra <sup>1</sup> , cepillo <sup>3</sup> , carapi <sup>2</sup> , compio <sup>6</sup> , chupa miel <sup>3</sup> , guie-tzin <sup>1</sup> , ita-yyouu <sup>1</sup> , lupe-mé <sup>1</sup> , peineta <sup>7</sup> , peinecillo <sup>7</sup> , quie-tzine <sup>1</sup> , tzimón <sup>3</sup> , cepillo de diablo <sup>1</sup>
Capire, capiri <sup>a</sup> , chumchintoc <sup>a</sup>	( <i>Mastichodendron capiri</i> ) capiri <sup>2</sup> , guayacán <sup>8</sup> , huaxaxán <sup>9</sup> , mot-zi <sup>1</sup> , nuitscuji <sup>7</sup> , palo santo <sup>2,10</sup> , yaga-gupi <sup>1</sup> , yaga-na <sup>1</sup> , yutnu-tandaa <sup>1</sup>
Cuaulote, guásima, palote negro, parandesicua, uácima	( <i>Guazuma ulmifolia</i> ) acashti <sup>7</sup> , ajilla <sup>6</sup> , ajiyá <sup>11</sup> , kabal-pixoy <sup>12</sup> , pixoy <sup>12</sup> , caolote <sup>1</sup> , cuahulote <sup>1,2,3,4</sup> , cuaulote <sup>2</sup> , guácima <sup>6</sup> , guázumo <sup>6</sup> , guázuma <sup>6</sup> , nocuana-yana <sup>1</sup> , tzuny <sup>3</sup> , tzuyui <sup>3</sup> , uiguie <sup>7</sup> , ya-ana <sup>1</sup> , yaco granadillo <sup>1</sup> , yaco de venado <sup>1</sup> , zam-mi <sup>1</sup> , aquich ajya <sup>11</sup>
Cueramo	( <i>Cordia eleagnoides</i> ) anacahuite de Tehuantepec <sup>1</sup> , bocote <sup>1,2,4</sup> , c'ueramo <sup>4</sup> , gretaña <sup>3</sup> , grisiño <sup>3</sup> , güeramo <sup>2,4</sup> , guiri-xina <sup>1</sup> , loli-quec <sup>2</sup> , ocotillo meco <sup>1</sup>

<sup>1</sup> al <sup>12</sup> Martínez, 1979.

## 7.5 Valor nutricional de los recursos forrajeros

Como se observa en el Cuadro 7, los árboles forrajeros naturales presentan valores de proteína cruda (%) que oscilan desde 10.01 hasta valores máximos de 15.77 con la especie comúnmente denominada Capire (*Mastichodendron capiri*). Por lo que respecta al contenido de taninos (G/100), se muestran valores mínimos

de 0.00 hasta superiores como 24.22, al igual que los contenidos de fenoles que oscilan entre 0.0 hasta 15.85. Estos resultados muestran una variabilidad de los valores en su composición química y de metabolitos secundarios de las especies analizadas.

Cuadro 7. Concentración de nutrientes en base seca de flores, hoja verde y seca de los árboles

<i>Especie</i>	Nombre común	Parte	P. C. (%)	Cenizas (%)	M. O. (%)	FDA (%)	Taninos g/100*	Fenoles g/100**
<i>Combretum farinosum</i>	Carape,	Hojas	10.68	9.65	90.35	23.82	5.09	0.0
<i>Mastichodendron capiri</i>	Capire	Hojas	15.77	8.53	91.47	29.50	0.00	0.73
<i>Caesalpinia coriaria</i>	Cascalote	Hoja	10.01	3.37	96.63	18.94	2.67	12.36
		Fruto	11.53	9.95	90.05	23.96	1.87	15.85
<i>Ziziphus amole</i>	Corongoro	Hojas	14.38	8.43	91.57	32.10	11.29	2.85
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Cuaulote	Hojas	12.13	9.06	90.94	29.65	10.23	2.39
<i>Cordia elaeagnoides</i>	Cueramo	Hoja Verde	15.12	13.18	86.82	25.53	0.99	7.98
		Flor	12.04	5.38	94.63	51.90	0.0	0.73
		Hoja Seca	11.53	13.4	86.6	29.53	0.0	0.60
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache, Espino	Vainas	11.74	5.86	94.16	48.16	24.22	3.68

- Equivalentes a catequina. Extraídos con acetona al 70%. \*\* Equivalentes a Ac. Galico. Extraídos con acetona al 70%.

## 8. DISCUSIÓN

Los pastizales semiáridos representan uno de los principales tipos de vegetación en la República Mexicana con una superficie estimada entre el 9 y el 11% de la superficie del país. Por su extensión, el pastizal mediano es sin duda, dentro de México, el más importante de todos los tipos de pastizal. Su distribución se extiende desde el Sur de Canadá hasta los estados de Jalisco y Guanajuato mostrando variaciones en la composición de especies, aunque siempre el zacate navajita (*Bouteloua gracilis* (H.B.K.) Lag. Ex Steud) actúa como la especie clave (Rzedowski, 1978; Galina *et al.*, 1997; Arredondo *et al.*, 2005). A este respecto, se menciona que el zacate navajita es una especie que evolucionó bajo fuertes presiones ambientales como, pastoreo, por ungulados (ej. Bisonte), sequías frecuentes y fuegos naturales periódicos, de ahí que muestra adaptaciones a estos factores (Arredondo *et al.*, 2005).

En México, uno de los principales problemas que enfrentan las tierras es la conversión de pastizales a terrenos agrícolas de temporal que ha propiciado su paulatina extinción, además de los cambios en los regímenes de pastoreo y del fuego han contribuido de manera importante para producir deterioro y cambios en la composición de especies. Evaluaciones recientes han estimado pérdidas de hasta el 19% en la superficie de los pastizales del país en los últimos 30 años (Velázquez *et al.*, 2005). Adicionalmente, existe la interdependencia entre

especies en comunidades ecológicas si se pierde una especie puede desencadenar una cascada de extinciones secundarias con efectos dramáticos importantes sobre la funcionalidad y estabilidad de la comunidad de plantas (Gibon *et al.*, 2004; Ebenman and Jonsson, 2005).

En lo referente a las gramíneas y herbáceas identificadas presentes en los agostaderos muestreados, *Bouteloua filiformes* concuerda con lo reportado previamente (COTECOCA, 1987; Sánchez *et al.*, 2000; Rzedowski y Rzedowski, 2001). Se menciona que el género *Bouteloua* está presente desde el Norte de América hasta Argentina (Hitchcock, 1971; Arredondo *et al.*, 2005; Esqueda *et al.*, 2005)

Con relación a la cantidad de biomasa forrajera por muestra obtenida en los diferentes sitios (Cuadro 1), se obtuvo un promedio de  $910.66 \pm 234.56$  g en base fresca en los 15 sitios monitoreados con los tres principales materiales vegetativos en las praderas. Para *Bouteloua filiformes* se obtuvo un rango entre 340.63 a 1,125.29 y con un promedio de 627.13 kg/MS de rendimiento en las praderas en estudio. Se reporta en la literatura (Silva *et al.*, 1991) que en zonas áridas y semiáridas del norte de México (Sonora) los rendimientos del pasto nativo banderilla (*Bouteloua curtipendula*) a altitudes entre 550 a 980 mnsnm, con precipitaciones pluviales entre 500 a 700 mm y con suelos franco-arenosos a areno-arcilloso, producen entre 558 a 980 kg MS/ha. En otro reporte (Jurado *et al.*,

1990), se evaluó el comportamiento durante 6 años (1979-1985) de seis especies nativas en el Estado de Jalisco, entre ellas, Banderilla (*Bouteloua curtipendula*) y Navajita (*Bouteloua gracilis*) con un promedio para Banderilla de 589 y Navajita, 567 kg de MS/ha. Por otra parte, de Alba y Holechek (1996) reportan que en una localidad de Nuevo México, el pasto grama negra (*Bouteloua eriopoda*) mostró una producción de biomasa de 240 kg de MS/ha. Se ha establecido que la sobrevivencia de los pastos nativos ha traído como consecuencia que el periodo de vida de los pastos se acorte por cuestiones climáticas (estrés por agua), es decir, como defensa y para seguir sobreviviendo, maduran más rápido para producir la semilla que asegure su preservación de la especie, y ello ha traído como consecuencia que las cantidades de fibra aumenten y que las cantidades de carbohidratos no estructurales disminuyan trayendo como consecuencia que el valor nutricional de este material verde disminuya (Hernández y Villanueva, 2001).

Estudios del potencial de uso de suelos en el Estado de Michoacán (González y Cabrera, 2003) clasifican al municipio de San Lucas con una superficie de 510.7 km<sup>2</sup> con 245.14 km<sup>2</sup> (48%) y por sus características edafológicas soportan vegetación principalmente de matorral espinoso y matorral subtropical. Ambos tipos de suelo representan 398.35 km<sup>2</sup> (78%) del total de superficie del municipio con aptitud exclusivamente para vida silvestre, restando un 22% con vocación agropecuaria, según este estudio. Este hecho es importante debido a que actualmente la principal actividad económica agropecuaria lo constituye la

ganadería y no la agricultura por el tipo y calidad del suelo presente y esto se ve reflejado en las producciones de biomasa de pastos nativos reportados en este estudio. Por lo tanto, se recomienda no fomentar el cultivo de pastos inducidos o el desmonte de la selva baja caducifolia por los efectos negativos sobre el ambiente y no propiciar la erosión con la finalidad de una mayor productividad ganadera.

Para la composición botánica de las muestras obtenidas (Cuadro 2), la gramínea *Bouteloua filiformes* presento rangos que fluctuaron entre un 45 hasta el 100% de las muestras obtenidas. La familia de los pastos es de particular interés para el hombre. La mayoría de la población en el mundo depende de los pastos, incluyendo el arroz, trigo y maíz que forman parte de su dieta. Los animales domésticos basan sus dietas parcial o totalmente en los pastos. Miembros de esta familia también son ecológicamente dominantes, cubriendo alrededor del 20% de la cobertura de la tierra. La familia de los pastos incluye aproximadamente 10,000 especies clasificados entre 600 y 700 géneros. Los pastos C<sub>4</sub> son las especies más comunes en las praderas de Norteamérica, los pastizales de África y los llanos y pampas de Sudamérica. (Kellogg, 2001). Finalmente, se reporta (Smith, 1998) un estudio sobre la variación en la respuesta a la defoliación de una población de *Bouteloua curtipendula* var. *caespitosa* (poaceae) con diferentes cargas animal, observándose que posterior al pastoreo, el género *Bouteloua* presenta una gran plasticidad en la recuperación de la planta. Al respecto se menciona que existe un excelente nivel de regeneración a nivel de semillas y

propagación en el suelo del género *Bouteloua*, que permite una dominancia de la especie en la pradera (Peters, 2002).

En México, se reporta la existencia el género *Bouteloua* Lag. con 42 especies; para el Estado de Michoacán se han identificado las siguientes especies: banderilla (*B. curtipendula* (Michx.) Torr); *B. curtipendula* var. *caespitosa* Gould & Kapadia); *B. curtipendula* var. *tensis* Gould & Kapadia, navajita morada (*B. chondrosioides* (H.B.K.) Benth); *B. disticha* (H.B.K.) Benth; navajita velluda (*B. hirsute* Lag. var. *hirsuta*; *B. media* (Fourn.) Gould & Kapadia; navajita púrpura (*B. purpurea* Gould & Kapadia); navajita morada (*B. radicata* (Fourn.) Griffiths; navajita rastrea (*B. repens* (H.B.K.) Scribn. & Merr); y *B. triaena* (Trin.) Scribn (COTECOCA, 1987; Rzedowski y Rzedowski, 2001; Rubio, 2000). Como se observa, existe una baja diversidad de gramíneas y herbáceas presentes en las muestras obtenidas.

Al respecto, se establece que la heterogeneidad espacial, es una importante característica de la vegetación de los pastizales en las regiones semiáridas y puede ser alterada a través del pastoreo por los grandes herbívoros (Adler and Laurenroth, 2000). Se menciona que el rol primario del pastoreo del ganado en el manejo de la biodiversidad de la pradera es el mantenimiento y enriquecimiento de la estructura heterogénea de la superficie vegetativa y de forma adicional, la diversidad botánica y faunística (Rook and Tallwin, 2003).

Por otra parte, se sugiere que existen importantes diferencias entre especies animales domésticas al pastoreo y su impacto sobre las comunidades de plantas pastoreadas y que estas pueden ser relacionadas a las diferencias en la anatomía dental y digestiva, pero también, y probablemente importante, a diferencias al tamaño corporal (Rook *et al.*, 2004).

Se conoce relativamente poco sobre los efectos interactivos entre plantas y herbívoros sobre el crecimiento y la producción de biomasa, ya que esto es importante para desarrollar una teoría general sobre las interacciones planta – herbívoros. Además, es vital para comprender como las respuestas a diferente escala de las plantas y herbívoros se dan por la competencia de los recursos disponibles y para los patrones de distribución y abundancia de plantas y por ende, el consumo y selectividad de los herbívoros (Hambäck and Beckerman, 2003).

Por otra parte, existe una fuerte relación entre la biodiversidad y a la calidad del suelo (nutrientes) con respecto a la cantidad de biomasa producida. El nivel máximo que establece la riqueza y biodiversidad de plantas en las praderas se basa en la pobreza o riqueza de nutrientes del suelo. Adicionalmente, los gradientes de productividad de las plantas esta controlada por diferentes variables (disponibilidad de agua, nutrientes o disturbios ambientales) que se ven reflejados



en la biodiversidad de plantas (Balent *et al.*, 1999; Cornwell and Grubb, 2003; Rook and Tallwin, 2003).

Se menciona que la calidad de los forrajes en praderas nativas tienden a bajos niveles de nitrógeno y energía, altos niveles de lignificación lo que disminuye la digestibilidad del forraje y por consiguiente, el aprovechamiento que los animales pueden lograr de esos forrajes. Adicionalmente, la estacionalidad tiene una importante influencia negativa en la disponibilidad y calidad de los pastos nativos (Benavides, 1999; Cárdenas *et al.*, 2003).

Con relación al valor nutritivo de las gramíneas y herbáceas encontradas en el presente estudio, el pasto *Bouteloua filiformes* presentó una calidad nutritiva moderada con 3.74% de proteína cruda y un bajo porcentaje de fenoles (0.40 g/100). Al respecto, Heitschmidt *et al.*, (1987) reportan valores de 5.0% de proteína cruda para el pasto Banderilla (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.) en el Estado de Texas. Juárez *et al.*, (1999) evaluaron el valor nutricional de 15 pastos en el trópico mexicano encontrando que el porcentaje de proteína cruda variaba entre un 5.5% a 11.9%. Ramírez *et al.* (2004) encontró que para *Lotus corniculatus* (birdsfoot trefoil; cv. Grasslands Goldie) y ryegrass perenne (*Lolium perenne*)/trébol blanco (*Trifolium repens*) una cantidad de Taninos condensados totales (TCT) de 24 a 27 g/kg MS para lotus y 1.4 a 1.5 g/kg MS para los otros pastos.

Se ha reportado su distribución desde la parte sur de los Estados Unidos de Norteamérica hasta Argentina (Allen, 1993). Por lo que respecta al valor nutrimental de *Aeschynomene americana*, perteneciente a la familia de las leguminosas (Allen, 1993; Lima *et al.*, 1999; Caamal *et al.*, 2001), se reporta en la literatura rangos de valores entre 22.3 a 25.2 % de proteína cruda, y digestibilidad de la materia orgánica del 64% (Adjei and Fianu, 1985; Poppi and McLennan, 1995). Estos valores reportados difieren sustancialmente de lo encontrado en el presente estudio (7.23 % de P.C. y 92.87 de materia orgánica) esto debido quizás a la época de la recolecta de las muestras (Septiembre y Noviembre). Estudios sobre el comportamiento de esta leguminosa en asociación con pasto *Paspalum notatum* (Bahia) y *Desmodium heterocarpon* (leguminosa perenne) bajo condiciones de pastoreo demostró un consumo preferencial del 14.4%, 85.1% y 0.5% respectivamente durante un periodo de 71 días (Aiken *et al.*, 1991). Adicionalmente el género *Aeschynomene* ha demostrado la capacidad de fijación del nitrógeno ambiental (Somado *et al.*, 2003) y se reporta que no se requiere la aplicación anual de fertilizantes (P y K) a los cultivos establecidos con esta leguminosa (Pant *et al.*, 2004) esto debido a la presencia de nódulos del género *Rhizobium* en las raíces (Alazard, 1985).

Por lo que respecta a *Melampodium americanum*, pertenece a la familia Asteraceae y se ha reportado en el Estado de Guerrero, Nayarit y en el litoral del Golfo de México, aunque la familia es una de las mejor conocidas dentro de la flora nacional, aún se tiene un pobre conocimiento de ella a nivel regional o estatal

(Castillo y Moreno, 1998; Ortiz *et al.*, 1998; Jiménez *et al.*, 2003; Martínez *et al.*, 2004). Se menciona que el género *Melampodium* presenta actividad inhibitoria *in vivo* contra la leucemia linfocítica (Malcolm *et al.*, 1982). Sin embargo, no se reporta en la literatura su composición químico-proximal.

En la literatura existe una amplia diversidad de arbustos y árboles forrajeros reportados que son utilizados por los animales domésticos y silvestres para su alimentación (Lukhele and van Ryssen, 2000; Fondevila *et al.*, 2002; Gómez *et al.*, 2002; Ku *et al.*, 1999; Menezes *et al.*; 2002; Nantoume *et al.*, 2001; Ogle and Preston, 2002; Osuji and Odenyo, 1997; Ramírez y Ku, 1997; Ramírez *et al.*, 2000; Roothaert and Paterson, 1997; Sánchez, 1999; Armendáriz and Rivera, 2003; Graham and Vance, 2003; Sosa *et al.*, 2004).

A este respecto, existen estudios previos en la Región de Tierra Caliente (González, 2006; González *et al.*, 2006; Ávila *et al.*, 2007) de la caracterización taxonómica y de valor nutricional de especies arbóreas susceptibles para el consumo animal y que concuerdan con los hallazgos del presente estudio. Sin embargo, para los árboles y arbustos encontrados en el presente estudio (Cuadro 4), existe poca información relativa a *Combretum farinosum*, *Mastichodendron Camiri* y *Caesalpinia coriana* a excepción de lo reportado para el árbol denominado cueramo (*Cordia alliodora*) donde se estudio su sobrevivencia, crecimiento, productividad en madera en áreas forestales y bajo condiciones agroforestales en

Costa Rica (Somarriba *et al.*, 2001) y la presencia de este género en Colombia (Segovia *et al.*, 2000); el árbol cuaulote (*Guazuma ulmifolia* Lam) (Ku *et al.*, 1999; Ramírez y Ku, 1997; Ramírez *et al.*, 2000) y para la arbustiva llamada comúnmente huizache que pertenece al género de las *Acacias* (Ngwa *et al.*, 2001<sup>a</sup>; Ngwa *et al.*, 2001b; Ngwa *et al.*, 2003c; Osuji and Odenyo, 1997). Se ha establecido que el contenido en nutrimentos está afectado por la edad del rebrote y por el componente y su posición en la rama (Benavides, 1995). Esto indica la realización de estudios posteriores de caracterización y productividad en términos de su utilización como alimento para el ganado bovino en la Región de Tierra Caliente.

Por lo que respecta a los valores nutricionales de los arbustos y árboles forrajeros (Cuadro 5), los contenidos de proteína cruda (%) superan a los valores que presentan las herbáceas y gramíneas en el presente estudio. Al respecto (Preston and Murgueitio, 1994; Benavides, 1995; Ørskov, 2002; Perevolotsky *et al.*, 2003; Ramírez y Ku, 1997; Ramírez *et al.*, 2000; Sikosana *et al.*, 2002) mencionan que el empleo de estos recursos naturales como fuente proteica permite una adecuada nutrición de los rumiantes, sin embargo, su uso es frecuentemente limitado por los compuestos fenólicos como son los taninos que funcionan como agentes antinutricionales y compuestos disuasivos para el pastoreo (Perevolotsky *et al.*, 2003). Se menciona que durante la época de secas la disponibilidad de los pastos se ve reducida en calidad y cantidad, siendo muchos de estos pastos nativos o

forrajes maduros por lo que su contenido de minerales como Ca y P se ven reducidos, representando una fuente importante de estos elementos los follajes de los árboles durante la época crítica (Villanueva *et al.*, 2003).

La proteína cruda (%) reportada para el cuaulote (*Guazuma ulmifolia* Lam) es en el rango entre 14.7% a 18.1% aproximadamente (Benavides, 1995; Benavides, 1999; Giraldo, 1999; Ku *et al.*, 1999; Ramírez y Ku, 1997; Ramírez *et al.*, 2000; Armendáriz and Rivera, 2003; González, 2006); este contenido es superior a lo encontrado en el presente estudio (12.13%) esto quizás debido a la época de muestreo del material vegetativo asociado al desarrollo fenolico de la planta.

El contenido de proteína cruda (%) de *Acacia farnesiana* fue de 11.74% (vainas); esto concuerda con lo reportado (Abdulrazak *et al.*, 2000; Ngwa *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2001; Ngwa *et al.*, 2001b; Getachew *et al.*, 2002; Ngwa *et al.*, 2003d; Ramírez, 2003; Rubanza *et al.*, 2003) para el genero *Acacia* en las siguientes especies: *A. erioloba*, *A. karoo*, *A. persicifolia*, *A. nilotica*, *A. sieberiana*, *A. tortilis* y *A. venosa* con rangos entre el 12.41% hasta 27.51%. Otro estudio (Sandoval *et al.*, 2002) reporta para *A. angustissima* un contenido de 18.21% de PC. Se menciona que *Acacia angustissima* es fermentada lentamente por los microbios ruminales y la producción de acidos grasos volátiles (AGV's) en inferior a la cantidad de 15  $\mu\text{mol/ml}$  a las 12 horas (Osuji and Odenyo, 1997). Se ha demostrado que el tratamiento mecánico de las savanas semiáridas es una

técnica de manejo usada comúnmente para suprimir el crecimiento de los arbustos e incrementar la producción de pastos para el ganado. Algunas especies de arbustos rebrotan pronto después de la remoción mecánica y presentan cambios en la composición química. Por ejemplo, de rebrote de *Acacia berlandieri* incrementa el contenido de proteína cruda y la digestibilidad de la materia orgánica *in vitro* (Cooper *et al.*, 2003).

Con relación a la Fibra Detergente Ácida reportada en este estudio para *Acacia farnesiana* fue 48.16% y se reportan rangos entre 17.89 hasta 38.42% (Hernández *et al.*, 2001; Ngwa *et al.*, 2001b; Sandoval *et al.*, 2002; González, 2006). Esto puede deberse a la variación interespecífica, intraespecífica, fenología, estado de madurez, condición edáfica, clima, entre otros (Gutiérrez, 1991).

El contenido de cenizas para *Acacia farnesiana* en el presente estudio fue 5.86% y lo reportado previamente en un rango de 4.07% hasta 7.64% (Hernández *et al.*, 2001; Ngwa *et al.*, 2001b; Sandoval *et al.*, 2002; González, 2006).

En lo referente al contenido de taninos se obtuvo un valor de 24.22% y concuerda con la literatura (Ngwa *et al.*, 2001b; Sandoval *et al.*, 2002; Capetillo *et al.*, 2003; Bhatta *et al.*, 2005a; Bhatta *et al.*, 2005b; González, 2006) donde han encontrado valores entre 3.6 hasta 28.3%. Otros usos de *Acacia farnesiana* descritos (Royo *et al.*, 2003) son los siguientes: extracción de taninos para la industria de curtiduría y

tintes para el cabello, de las flores se extrae su esencia para fragancias y las infusiones de los frutos, para diversos padecimientos.

Al respecto de la acción de los taninos, se menciona (Nelson *et al*, 1995; Reed, 1995; Murphy, 1999; Ammar *et al*, 2004) que son compuestos polifenólicos solubles en agua y precipitan la proteína en una solución. Existen dos clases principales: los Taninos Condensados (TC) representados por las proantocianidinas y los Taninos Hidrolizables (TH) que incluyen galotaninos, elagitaninos y taragalotaninos, los cuales son componentes comunes de los forrajes. Son potencialmente tóxicos para los rumiantes y se ha demostrado que el contenido de taninos en las leguminosas forrajeras tienen un efecto sobre la digestión y el metabolismo proteico (McSweeney *et al.*, 1999). A este respecto, se reporta (Martínez *et al*, 2004) que la ineficiencia en la utilización de proteína por los rumiantes de los concentrados proteicos (basados en harinas de leguminosas) ocasiona pérdidas económicas considerables e impactos ambientales debido a su rápida hidrólisis y desaminación en el rumen, por lo que la adición de taninos en los concentrados es una alternativa viable para lograr concentrados menos degradables en el rumen.

Por otra parte, se menciona que los TC suprimen el consumo por la reducción en la disponibilidad de los nutrientes o pueden ocasionar malestar en los animales (Barahona *et al*, 1997; Provenza *et al*, 2000; Villalba and Provenza, 2001). Núñez *et al* (1991) reportaron que no existió efecto adverso sobre la fermentación ruminal

o de la cinética en la digestión de borregos y cabras alimentadas con dietas de baja calidad nutricional y TC. Adicionalmente, los TC tienen efectos antibacterianos contra *Staphylococcus aureus* (Akiyama *et al*, 2001).

Esta ampliamente aceptada la explicación del efecto positivo de los PA sobre la digestión y metabolismo proteico en que el complejo proteína-PA escapa de la degradación ruminal y la proteína esta disponible en el tracto intestinal; esto debido a las cadenas hidrofóbicas e hidrogeno del complejo TC-proteínas presentan un modo de pH-reversible, lo cual esta influenciado por la estructura y peso molecular de los TC y las proteínas. Estas reacciones pueden ser usadas para reducir la degradación de las proteínas del forraje en el rumen sin reducir la cantidad de proteína microbial sintetizada (Adams, 2001; Min *et al.*, 2003). Otros estudios indican (Messman *et al*, 1996; Barahona *et al*, 1997; Min *et al.*, 2000; López *et al*, 2000) que la acción de los taninos condensados (TC) reducen la digestión de la proteína en el rumen de las ovejas. Este efecto es predominantemente debido a la acción de los TC en reducir la degradación de la proteína de la planta, sin embargo, los TC también reducen la solubilización de la proteína. Adicionalmente, se ha demostrado (Nelson *et al*, 1995; Min *et al.*, 2002; Min *et al.*, 2003; Bhatta *et al.*, 2005a; Bhatta *et al.*, 2005b) que los TC disminuyen las poblaciones bacterianas ruminales como son: *Clostridium proteoclasticum*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Eubacterium sp.* y *Streptococcus bovis*. Se ha reportado el efecto que tienen los TC sobre la diversidad de bacterias y la actividad metabólica



en el tracto gastrointestinal de la rata, es especial los TC de *Acacia angustissima* sobre los géneros *Enterobacteriaceae* y *Bacteroides* (Smith and Mackie, 2004).

Min *et al.* (2003) establece que la composición de la saliva de los rumiantes tiene un efecto sobre los taninos. Las proteínas salivales (proteínas ricas en prolina) pueden proteger y disminuir los efectos negativos sobre la digestión. Las ovejas y los bovinos no producen proteínas ricas en prolina en su saliva. Se ha demostrado el efecto benéfico de los TC (Butter *et al.*, 2001; Max *et al.*, 2002; Min *et al.*, 2003; Min and Hart, 2003; Athanasiadou *et al.*, 2003; Paolini and Hoste, 2003; Ramírez *et al.*, 2004; Max *et al.*, 2005; Hoste *et al.*, 2006) en la reducción de parásitos nematodos a través del efecto tóxico que requiere el contacto directo entre el parásito y los TC's. Esto permitiría la alimentación con forrajes locales conteniendo TC's y ser un método alternativo para el control de infestaciones parasitarias como en los trópicos y subtrópicos. Se ha reportado (Villalba *et al.*, 2002), que los taninos incrementan el consumo de alimentos ricos en energía a bajas dosis y deprimen el consumo a altas dosis.

Finalmente, se ha demostrado (Barahona *et al.*, 1997; Decandia *et al.*, 2000; Gilboa *et al.*, 2000; Provenza *et al.*, 2000; Villalba and Provenza, 2001; Ben *et al.*, 2002; Priolo *et al.*, 2002; Perevolotsky *et al.*, 2003; Osuga, *et al.*, 2005) que la suplementación con propilenglicol tiene la capacidad para neutralizar los taninos permitiendo una mejor utilización de las especies taníferas en la alimentación

animal. Sin embargo, Núñez *et al.* (1991) no encontraron diferencias significativas empleando propilenglicol en borregas y cabras. Sandoval *et al.*, (2002) empleo carbón y puede tener efectos benéficos no solo a nivel ruminal sino en tracto gastrointestinal. El carbón puede proveer de un simple y efectivo tratamiento para neutralizar los efectos negativos de los taninos en árboles forrajeros. Es ampliamente aceptado el concepto de que los compuestos fenolicos en las plantas se forman como un mecanismo de defensa contra los herbívoros (Karban and Agrawal, 2002; Ward and Young, 2002; Barroso *et al.*, 2003).

## 9. CONCLUSIONES

1. Los resultados de la biomasa forrajera de los sitios muestrados fue  $910.66 \pm 234.56 \text{ g/m}^2$  y un promedio de altitud sobre el nivel del mar  $394.4 \pm 54.62$ .
2. El valor nutricional de la proteína cruda (%) de *Bouteloua filiformes* fue 3.74; y los valores para las herbáceas compuestas fueron *Aeschynomene americana* (L.), 7.23 y *Melampodium americanum* 4.85, respectivamente.
3. Las especies arbustivas y árboles forrajeros identificados y sus valores nutricionales de proteína cruda (%) fueron: *Combretum farinosum*, 10.68; *Mastichodentron capiri*, 15.77; *Caesalpinia coriaria*, (hojas), 10.01 y (fruto), 11.53; *Ziziphus amole*, 14.38; *Guazuma ulmifolia* Lam, 12.13; *Cordia elaeagnoides* (hojas), 15.12 y (flor), 12.04 y *Acacia farnesiana* (vainas), 11.74 respectivamente. Los valores para fenoles fluctuaron entre 0.73 a 15.85% y taninos entre 1.87 a 24.22% en los árboles y arbustos forrajeros.
4. Se concluye que en la selva baja caducifolia existen una diversidad de materiales vegetativos (pastos, herbáceas compuestas, arbustos y árboles forrajeros) que están asociados en su consumo para la alimentación de los bovinos bajo condiciones de trópico seco y principalmente durante el periodo de sequía y que son la única fuente de nutrimentos en este periodo particular.

## 10. LITERATURA CITADA

Abdulrazak, S.A., Orden, E.A., Ichinohe, T. and Fujihara, T. 2000. Chemical composition, phenolic concentration and *in vitro* gas production characteristics of selected *Acacia* fruits and leaves. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 13(7):935-940.

Adams, C.A. 2001. The enemy within: non-infectious diseases and oxidative stress. In: *Total Nutrition. Feeding Animals for Health and Growth*. Nottingham University Press, United Kingdom, p. 170-171.

Adjei, M.B. and Fianu, F.K. 1985. The effect of cutting interval on the yield and nutritive value of some tropical legumes on the coastal grassland of Ghana. *Tropical Grassland*, 19(4):164-171.

Adler, P.B. and Laurenroth, P.B. 2000. Livestock exclusion increases the spatial heterogeneity of vegetation in Colorado shortgrass steppe. *Applied Vegetation Science*, 3:213-222.

Adler, P.B., Raff, D.A. and Laurenroth, P.B. 2001. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia*, 128:465-479.

Aiken, G.E., Pitman, W.D., Chambliss, C.G. and Portier, K.M. 1991. Responses of yearling steers to different stocking rates on a subtropical grass-legume pasture. *Journal of Animal Science*, 69:3348-3356.

Akiyama, H., Fujji, K., Yamasaki, O., Oono T. and Iwatsuki, K. 2001. Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 48:487-491.

Alazard, D. 1985. Stem and Root Nodulation in *Aeschynomene* spp. *Applied and Environmental Microbiology*, 50(3):732-734.

Allen, V.G. 1993. Managing replacement stock within the environment of the South-plant, soil, and animal interactions: A review. *Journal of Animal Science*, 71:3164-3171.

Altieri, M. 2003. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agricultural Ecosystems and Environment*, 93(1-3):1-24.

Ammar, H., López, S., González, J.S. and Ranilla, M.J. 2004. Comparison between analytical methods and biological assays for the assessment of tannin-related antinutritional effects in some Spanish browse species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:1349-1356.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 15<sup>th</sup> ed. Washington, D.C., U.S.A.

Araújo, F.J.A., Cavalcante C., F., García, R. and Alves S., R. 2002. Effects of methods of woody vegetation on production and compartmentalization of the grazeable phytomass of a successional Caatinga. Research Brazilian Zootecnia, 31(1):11-19.

Armendáriz I. R. and Rivera L., J.A. 2003. Content of secondary metabolites of some indigenous browse legumes, with particular reference to phenolic compounds. Proceedings of the satellite symposium: Secondary compounds and browse utilization, UAY, Mérida, Yuc. October 18, p.37-47.

Aronson, J., Ovalle, C., Avendaño, J., Longeri, L. and Del Pozo, A. 2002. Agroforestry tree selection in central Chile: biological nitrogen fixation and early plant growth in six dryland species. Agroforestry Systems, 56:155-166.

Arredondo M., T., Huber S., E., García M., E., García H., M. y Aguado S., G.A. 2005. Selección de germoplasma de zacate navajita con diferente historial de uso en Jalisco, México. Técnica Pecuaria en México, 43(3):371-385.

Athanasiadou, S., Kyriazakis, I. and Jackson, F. 2003. Can plant secondary metabolites have a role in controlling gastrointestinal nematode parasitism in small ruminants?. Proceedings of the satellite symposium: Secondary compounds and browse utilization, UAY, Mérida, Yuc. October 18, p.16-25.

Avila R., N.A., Ayala B., A., Gutiérrez V., E., Herrera C., J., Madrigal S., X. y Ontiveros A., S. (2007). Taxonomía y composición química de la necromasa foliar de las especies arbóreas y arbustivas consumidas durante el estiaje en la selva baja caducifolia en el municipio de La Huacana, Michoacán México. Livestock Research for Rural Development, (En prensa).

Bhatta, R., Vaithyanathan, S., Singh, N.P., Shinde, A.K. and Verma, D.L. 2005a. Effect of feeding tree leaves as supplements on the nutrition digestion and rumen fermentation pattern in sheep grazing on semi-arid range of India. I. Small Ruminant Research, 60:273-280.

Bhatta, R., Vaithyanathan, S., Singh, N.P., Shinde, A.K. and Verma, D.L. 2005b. Effect of feeding tree leaves as supplements on the nutrition digestion and rumen fermentation pattern in sheep grazing on semi-arid range of India. II. Small Ruminant Research, 60:281-288.

Bakshi, M.P.S. and Wadhwa, M. 2004. Evaluation of forest tree leaves of semi – hilly arid region as livestock feed. Asian-Australian Journal of Animal Science, 17(6):777-783.

Balent, G., Alard, D., Blanfort, V. and Poudevigne, I. 1999. Pratiques de gestion, biodiversité floristique et durabilité des prairies. Fourrages, 160 :385-402.

Barahona, R., Lascano, C.E., Cochran, R., Morrill, J and Titgemeyer, E.C. 1997. Intake, digestion, and nitrogen utilization by sheep fed tropical legumes contrasting tannin concentration and astringency. Journal of Animal Science, 75:1633-1640.

Barroso, F.G., Martínez, T.F., Paz, T., Alados C.L. and Escós, J. 2003. Relationship of *Peripocla laevigata* (Asclepidaceae) tannins to livestock herbivory. Journal of Arid Environments, 53:125-135.

Ben, S., H., Atti, N. Priolo, A. and Nefzaoui. 2002. Polyethylene glycol in concentrate or feedblocks to deactivate condensed tannins in *Acacia cyanophylla* Lindl. Foliage 1. Effects on intake, digestion and growth by Barbarine lambs. Animal Science, Vol. 75:127-135.

Benavides. J.E. 1995. Árboles y arbustos forrajeros para las montañas americanas. En: Sistemas pecuarios sostenibles para las montañas tropicales. CIPAV/CENDI/FES/CORPOCUENCAS/FAO. Cali, Colombia, Septiembre 13 al 16. p.103-126.

Benavides, J.E. 1999. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Conferencia electrónica, FAO, Roma Italia, p. 449-477.

Botero, R. y Russo, R.O. 1999. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Conferencia electrónica, FAO, Roma Italia, p. 17-192.

Burley, J. and Speedy, A.W. 1999. Investigación agroforestal: perspectivas globales. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Conferencia electrónica, FAO, Roma Italia, p. 37-50.

Butter, N.L., Dawson, J.M., Wakelin, D. and Buttery, P.J. 2001. Effect of dietary condensed tannins on gastrointestinal nematodes. Journal of Agricultural Science, 137:461-469.

Caamal M., J.A., Jiménez O., J.J., Torres B., A., and Anaya, A.L. 2001. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping Systems. Agronomy Journal, 93:27-36.

Cacho, O. 2001. An analysis of externalities in agroforestry systems in the presence of land degradation. Ecological Economics, 39:131-143.

Capetillo, C.M., Reyes, R., Sandoval, C.A. y Camacho, D. 2003. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 3:581-584.

Cárdenas, M.J.B., Sandoval, C.C.A y Solorio, S.F.J. 2003. Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. Técnica Pecuaria en México, 41(3):283-294.

Castillo A., S. y Moreno C., M. 1998. Análisis de la florea de dunas costeras del litoral Atlántico de México. Acta Botánica Mexicana, 45: 55-80.

Cipriano S., M., Manzo R., F., Navarro G., H., Galvis S., A. and Vaquera H., H. 2002. Resources available for livestock production and the logic of their utilization: the small livestock farmer of Tierra Caliente, Guerrero, Mexico. International Conference Responding to the Increasing Global Demand for Animal Products. British Society of Animal Science, American Society of Animal Science, Mexican Society of Animal Production. UADY, Mérida, Yuc. 12-15 November. p. 145-146.

Cooper, S.M., Owens, M.K., Spalinger, D.E. and Ginnett, T.F. 2003. The architecture of shrubs after defoliation and the subsequent feeding behavior of browsers. Oikos, 100:387-393.

Cornwell, W.K. and Grubb, P.J. 2003. Regional and local patterns in plant richness with respect to resource availability. Oikos, 100:417-428.

COTECOCA. 1987. Las gramíneas de México. Tomo II. SARH, México, D.F. p. 63-104.

Chávez S., A.H., Pérez G., A. y Sánchez G., E.J. 2000. Intensidad de pastoreo y esquema de utilización en la selección de la dieta del ganado bovino durante la sequía. Técnica Pecuaria en México, 38(1):19-34.

de Alba B., R. y Holochek, J. 1996. Identificación de pastos en la dieta de tres razas de ganado bovino en una localidad de Nuevo México. Técnica Pecuaria en México, 34(2):116-120.

Decandia, M., Sitzia, M., Cabiddu, A., Kababya, D. and Molle, G. 2000. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. Small Ruminant Research, 38:157-164.

Ebenman, B. and Jonsson, T. 2005. Using community viability analysis to identify fragile systems and keystone species. Trends in Ecology and Evolution, 20(10):568-575.

Esqueda C., M.H., Melgoza C., A., Sosa C., M., Carrillo R., R. y Jiménez C., J. 2005. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad/sequía en tres tipos de suelos. *Técnica Pecuaria en México*, 43(1):101-115.

Fondevila, M., Nogueira-F., J.C.M. and Barrios U., A. 2002. *In vitro* microbial fermentation and protein utilization of tropical forage legumes grown during the dry season. *Animal Feed Science and Technology*, 95:1-14.

Friedel, M.H., Chewings, V.H. and Bastin, G.N. 1988. The use of comparative yield and dry - weight - rank techniques for monitoring arid rangeland. *Journal of Range Management*, 41(5):430-435.

Galina M. A., Hernández, A. y Puga, D.C. 1997. Evolución de la calidad nutritiva de los forrajes del agostadero pastoreado con cabras en un sistema biosostenible en el semiárido mexicano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, Vol. 5(Supl. 1):222-225.

Getachew, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2002. Tropical browses: contents of phenolic compounds, *in vitro* gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and *in vitro* gas production. *Journal of Agricultural Science*, 139:341-352.

Gibon, A., Balent, G., Alard, D., Montané, J., Ladet, S., Mottet, A. and Julien, M.P. 2004. L'usage de l'espace par les exploitations d'élevage de montagne et la gestion de la biodiversité. *Fourrages*, 178 :245-263.

Gibon, A. 2005. Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level. *Livestock Production Science*, 96:11-31.

Gilboa, N., Perevolotsky, A., Landau, S., Nitsan, Z. and Silanikove, N. 2000. Increasing productivity in goats grazing Mediterranean woodland and scrubland by supplementation of polyethylene glycol. *Small Ruminant Research*, 38:183-190.

Giraldo V., L.A. 1999. Potencial del guácimo (*Guazuma ulmifolia*) en sistemas silvopastoriles. En: *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Conferencia electrónica, FAO, Roma Italia, p. 295-308.

Gómez, M.E., Rodríguez, L., Murgueitio, E., Rios, C.I., Molina, C.H., Molina, E. y Molina, J.P. 2002. Árboles utilizados en alimentación animal como fuente proteica: matarratón (*Gliricidia sepium*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), pizamo (*Erythrina fusca*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*). CIPAV, Cali, Colombia. p. 1-11.



González G., J.C. 2006. Identificación taxonómica y valor nutricional de los árboles forrajeros de la región de Tierra Caliente Michoacán. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. Agosto.

González G., J.C., Madrigal S., X., Ayala B., A., Juárez C., A. y Gutiérrez V., E. 2006. Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la región de Tierra Caliente del estado de Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development*, 18(8):1-13.

González C., J.C. y Cabrera G, A. 2003. Clasificación de los municipios del Estado de Michoacán con base en el potencial de uso de suelos. *Biológicas N° 5*, Revista de la Facultad de Biología/UMSNH, p. 139-147.

Guevara S., S. 2001. Historia de la ganadería en México. IRD, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México. p. 1-2.

Guevara, J.C., Silva C., J.H., Estevez, O.R. and Paez, J.A. 2003. Simulation of the economic feasibility of fodder shrub plantations as a supplement for goat production in the north-eastern plain of Mendoza, Argentina. *Journal of Arid Environments*, 53:85-98.

Gutiérrez A., J.L. 1991. Nutrición de Rumiantes en Pastoreo. Universidad Autónoma de Chihuahua. México p. 1-279.

Graham, P.H. and Vance, C.P. 2003. Legumes: importance and constraints to greater use. *Plant Physiology*, 131:872-877.

Hambäck, P.A. and Beckerman, A.P. 2003. Herbivory and plant resource competition: a review of two interacting interactions. *Oikos*, 101:26-37.

Heitschmidt, R.K., Dowhower, S.L. and Walker, J.W. 1987. 14-vs. 42-paddock rotational grazing: forage quality. *Journal of Range Management*, 40(4):315-317.

Hernández B., J.D. y Villanueva H., H. 2001. Efecto de la sequía sobre la digestibilidad de los pastos nativos del Norte de México. *Memorias XXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal*. Cd. Victoria, Tamaulipas, 26 al 28 de Septiembre. p. 308-310.

Hernández D., R., Tewolde M., A., Briones E., F., Díaz S., H., González M., S., y Gutiérrez O., E. 2001. Bloques nutricionales con *Leucaena* o *Acacia berlandieri* para cabras en el altiplano semiárido de Tamaulipas. *Memorias XXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal*. Cd. Victoria, Tamaulipas, 26 al 28 de Septiembre. p. 244-247.

Hitchcock, A.S. 1971. Manual of the grasses of the United States. Second Edition, Dover Publications, Inc., New York. p. 532-537.

Jaramillo V., V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas tropicales de México. SARH/COTECOCA, p. 11-18.

Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S.M. and Hoskin, S.O. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. Trends in Parasitology, 22(6):253-261.

Jerezano S., J.I., García S., D., Canela T., J.A., Balderas, J.F., Chávez M., R., Gutiérrez V., E. y Villaseñor A., A. 2002. Caracterización de la población bovina por sexo, edad y estructura de hato en la región de Tierra Caliente, Michoacán. XIII Encuentro de Investigación Veterinaria y Producción Animal. FMVZ/UMSNH, Morelia, Mich., 3-5 de Diciembre. p. 120-123.

Jiménez R., R., Martínez G., M., Valencia A., S., Cruz D., R., Contreras J., J.L., Moreno G., E. y Calónico S., J. 2003. Estudio florístico del Municipio Eduardo Neri, Guerrero. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 74(1): 79-142.

Juarez L., F.I., Fox, D.G., Blake, R.W. and Pell, A.W. 1999. Evaluation of tropical grasses for milk production by dual-purpose cows in tropical Mexico. Journal of Dairy Science, 82:2136-2145.

Jurado G., P., Negrete R., L.F., Arredondo M., J.T. y García H., M.R. 1990. Evaluación de especies forrajeras nativas e introducidas bajo condiciones del altiplano central mexicano. Técnica Pecuaria en México, 28(1):40-44.

Karban, R. and Agrawal, A.A. 2002. Herbivore offense. Annual Review Ecological Systems, 33:641-664.

Keating, B.A. and McCown, R.L. 2001. Advances in farming systems analysis and intervention. Agricultural Systems, 70:555-579.

Kellogg, E.A. 2001. Evolutionary history of the grasses. Plant Physiology, 125:1198-1205.

Kristensen, T., Soegaard, K. and Kristensen, I.S. 2005 Management of grassland in intensive dairy livestock farming. Livestock Production Science, 96(2):23-40.

Ku V., J.C., Ramírez A., L., Jiménez F., G., Alayón, J.A. y Ramírez C., L. 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Conferencia electrónica, FAO, Roma Italia, p. 231-250.

Lima, G.F. da C., Sollenberger, L.E., Kunkle, W.E., Moore, J.E. and Hammond, A.C. 1999. Nitrogen fertilization and supplementation effects in performance of beef heifers grazing limpgrass. *Crop Science*, 39:1853-1858.

López, J., Tejeda, I., Vázquez, P.C., Flores, G.J. y Shimada, M.A. 2000. Efecto de los taninos condensados purificados de plantas forrajeras del trópico sobre la degradabilidad ruminal de forrajes *in vitro*. En: XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Hermosillo, Son. 7 al 10 de Noviembre. p. 246.

Lukhele, M.S. and van Ryssen, J.B.J. 2000. The chemical composition of leaves from indigenous fodder trees in South Africa. *South African Journal of Animal Science*, 30 (Supplement 1):72-73.

Madsen, J., Hvelplund, T. and Weisbjerg, M.R. 1997. Appropriate methods for the evaluation of tropical feeds for ruminants. *Animal Feed Science Technology*, 69:53-66.

Mannetje, L. 2000. Potencial y perspectivas para la sustentabilidad de las pasturas tropicales. En: Producción de leche y carne en el trópico con base en pastoreo. Ed. E. Castillo, J. Jarillo R. y S. Concha O. UNAM/FMVZ/CEIEGT/UGRNV. Tuxpan, Ver., 17 y 18 de Febrero. p. 1-15.

Manzo R., F., Cipriano S., M., Navarro G., H., Galvis S., A. and Vaquera H., H. 2002. The farmer's perspective towards the ecological impact of livestock technological practices in extensive production systems of the Tierra Caliente, State of Guerrero, Mexico. International Conference Responding to the Increasing Global Demand for Animal Products. British Society of Animal Science, American Society of Animal Science, Mexican Society of Animal Production. UADY, Mérida, Yuc. 12-15 November. p. 147-148.

Martínez G., M., Cruz D., R., Castrejón R., J.F., Valencia A., S., Jiménez R., J. y Ruíz J., C.A. 2004. Flora vascular de la porción guerrerense de la sierra de Taxco, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75(2): 105-189.

Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica, México.

Martínez, T.F., Moyano, F.J., Díaz, M., Barroso, F.G. and Alarcón, F.J. 2004. Ruminant degradation of tannin-treated legume meals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:1979-1987.

Max, R.A., Wakelin, D., Buttery, P.J., Kimambo, A.E., Kassuku, A.A. and Mtenga, L.A. 2002. Potential of controlling intestinal parasitic infections in small ruminants (sheep and goats) with extracts of plants high in tannins. International Conference Responding to the Increasing Global Demand for Animal Products. British Society of Animal Science, American Society of Animal Science, Mexican Society of Animal Production. UADY, Mérida, Yuc. 12-15 November. p. 191-192.

Max, R.A., Wakelin, D., Craigon, J., Kassuku, A.A., Kimambo, A.E., Mtenga, C.A. and Buttery, P.J. 2005. Effect of two commercial preparations of condensed tannins on the survival of gastrointestinal nematodes of mice and goats *in vitro*. South African Journal of Animal Science, 35(3):213-220.

Menezes R.S.C., Salcedo, I.H. and Elliot, E.T. 2002. Microclimate and nutrient dynamics in a silvopastoral system of semiarid northeastern Brazil. Agroforestry Systems, 56:27-38.

Messman, M.A., Weiss, W.P. and Albrecht K.A. 1996. *In situ* disappearance of individual proteins and nitrogen from legume forages containing varying amounts of tannins. Journal of Dairy Science, 79:1430-1435.

Min, B.R., McNabb, W.C., Barry, T.N. and Peters, J.S. 2000. Solubilization and degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (EC 4.1.1.39; Rubisco) protein from white clover (*Trifolium repens*) and *Lotus corniculatus* by rumen microorganism and the effect of condensed tannins on these processes. Journal of Agricultural Science, 134:305-317.

Min, B.R., Attwood, G.T., Reilly, K., Sun, W., Peters, J.S., Barry, T.N. and McNabb, W.C. 2002. *Lotus corniculatus* condensed tannins decrease *in vivo* populations of proteolytic bacteria and affect nitrogen metabolism in the rumen of sheep. Canadian Journal of Microbiology, 48:911-921.

Min, B.R., Barry, T.N., Attwood, G.T. and McNabb, W.C. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. Animal Feed Science and Technology, 106:3-19.

Min, B.R. and Hart, S.P. 2003. Tannins for suppression of internal parasites. Journal of Animal Science, 81 (E. Suppl.2):E102-E109.

Molina M., V.M., Gutiérrez V., E., Herrera C., J. y Villaseñor A., A. 2003. Caracterización de la ganadería en la región de Tierra Caliente, Michoacán. Resultados Preliminares. Memorias XIII Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. SAGARPA, FIRA, Fundación Produce. Mexicali, Baja California, 9 y 10 de Octubre.

Molina M., V.M. 2005. Caracterización de los sistemas de producción de ganado bovino en Tierra Caliente del Estado de Michoacán. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Tarímbaro, Mich.

Morales, T.A., Ramírez, A.L. y Ku V., J.C. 2000. Caracterización de un sistema silvopastoril de sucesión natural para la producción de leche. En: XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Hermosillo, Son. 7 al 10 de Noviembre. p. 221.

Moulaert, A., Mueller, J.P., Villarreal, M., Piedra, R. and Villalobos, L. 2002. Establishment of two indigenous timber species in dairy pastures in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 54:31-40.

Muchagata, M. and Brown, K. 2003. Cows, colonists and trees: rethinking cattle and environmental degradation in Brazilian Amazonia. *Agricultural Systems*, 76:797-816.

McSweeney, C.C., Palmer, B., Bunch, R., and Krause, D. 1999. Isolation and characterization of proteolytic ruminal bacteria from sheep and goats fed the tannin-containing shrub legume *Calliandra calothyrsus*. *Applied and environmental Microbiology*, 65(7):3075-3083.

Murphy C., M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4):564-582.

Nantoume, H., Forbes, T.D.A., Hensarling, C.M. and Sieckenius, S.S. 2001. Nutritive value and palatability of guajillo (*Acacia berlandieri*) as a component of goat diets. *Small Ruminant Research*, 40:139-148.

Ngwa, A.T., Nsahlai, I.V. and Bonsi, M.L.K. 2000. The potential of legume pods as supplement to low quality roughages. *South African Journal of Animal Science*, 30 (Supplement 1):107-108.

Ngwa, A.T., Nsahlai, I.V. and Bonsi, M.L.K. 2001a. The effect of feeding pods of multipurpose trees (MPTs) on the degradability of dry matter and cell wall constituents of maize stover and alfalfa incubated in the rumen of sheep. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81:1235-1243.

Ngwa, A.T., Nsahlai, I.V. and Bonsi, M.L.K. 2001b. The rumen digestion of dry matter, nitrogen and cell wall constituents of the pods of *Leucaena leucocephala* and some *Acacia* species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82:98-106.

Ngwa, A.T., Nsahlai, I.V. and Bonsi, M.L.K. 2003c. Feed intake and dietary preferences of sheep and goats offered hay and legume-tree pods in South Africa. *Agroforestry System*, 57:29-37.

Ngwa, A.T., Nsahlai, I.V. and Iji, P.A. 2003d. Effect of feeding legume pods or alfalfa in combination with poor quality grass straw on microbial enzyme activity and production of VFA in the rumen of South African Merino Sheep. *Small Ruminant Research*, 48:83-94.

Nelson, K.E., Pell, A.N., Schofield, P. and Zinder, S. 1995. Isolation and characterization of an anaerobic ruminal bacterium capable of degrading hydrolyzable tannins. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(9):3293-3298.

Nelson, G.C. and Geoghegan, J. 2002. Deforestation and land use change: sparse data environments. *Agricultural Economics*, 27:201-216.

Neri F., O., Burciaga V., R. y León F., J.C. 1999. Agronegocios sostenibles. Alternativas para el desarrollo del sector rural y pesquero. FIRA, Bol. Inf. N° 311, Vol. XXXII, 30 de Junio.

Núñez H., G., Wallace, J.D., Holechek, J.L., Galyen, M.L. and Cardenas M. 1991. Condensed tannins and nutrient utilization by lambs and goats fed low-quality diets. *Journal of Animal Science*, 69:1167-1177.

Ogle, B. and Preston, T.R. 2002. Ecological impacts of sustainable systems for smallholders in Vietnam. International Conference Responding to the Increasing Global Demand for Animal Products. British Society of Animal Science, American Society of Animal Science, Mexican Society of Animal Production. UADY, Mérida, Yuc. 12-15 November. p. 27-28.

Ørskov, E.R. 1993. Livestock Production: Some Relevant Research Objectives. In: Reality in Rural Development AID with Emphasis on Livestock: Published by Rowett Research Services LTD., Aberdeen, U.K. p. 70-74.

Ørskov, E.R. 2002. Some thoughts on feed resource management in different ecosystems and socio-economic circumstances. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 11:545-553.

Ortíz B., E., Villaseñor, J.L. y Téllez, O. 1998. La familia Asteraceae en el Estado de Nayarit (México). *Acta Botánica Mexicana*, 44:25-57.

Osuga, I.M., Abchulrazak, S.A., Ichinohe, T. and Fujihora, T. 2005. Chemical composition, degradation characteristics and effect of tannin on digestibility of some browse species from Kenya harvested during the wet season. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 18(1):54-60.

Osuji, P.O. and Odenyo, A.A. 1997. The role of legume forages as supplements to low quality roughages – ILRI experience. *Animal Feed Science Technology*, 69:27-38.

Pant, H.K., Adjei, M.B., Scholberg, J.M.S., Chambliss C.G. and Rechcigl, J.E. 2004. Forage Production and Phosphorus Phytoremediation in Manure-Impacted Soils. *Agronomy Journal*, 96:1780–1786.

Paolini, V. and Hoste, H. 2003. Effects of condensed tannins on goats infected with gastrointestinal nematodes: a short review. *Proceedings of the satellite symposium: Secondary compounds and browse utilization, UAY, Mérida, Yuc. October 18*, p.26-36.

Parkes, D., Newell, N. and Cheal, D. 2003. Assessing the quality of native vegetation: the “habitat hectares” approach. *Ecological Management and Restoration*, Vol. 4: Suppl. February, S29-S38.

Perevolotsky, A., Landau, S., Silanikove, N and Provenza, F. 2003. Improving the consumption of tannin-rich forages by supplymenting ruminants with polyethylene glycol (PEG). *Proceedings of the satellite symposium: Secondary compounds and browse utilization, UAY, Mérida, Yuc. October 18*, p.12-15.

Preston, T.R. y Leng, R.A. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. *Consultorías para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico (CONDRIT) Ltda. Cali, Colombia*. p. 6-7, 207,

Preston, T.R. and Murgueitio, E. 1994. Strategy for sustainable livestock production in the tropics. SAREC/CIPAV/CONDRIT. Second Ed., Ed. Claridad, Cali, Colombia. p. 1-4.

Preston, T.R. 1995. La capacidad alimentaria del planeta y el crecimiento de la población humana; conflicto u oportunidad para las montañas tropicales?. En: *Sistemas Pecuarios Sostenibles para las Montañas Tropicales. CIPAV/CENDI/FES/CORPOCUENCAS/FAO. Cali, Colombia, Septiembre 13 al 16*. p. 7-13.

Price, M.L and Butler, L.G. 1997. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of sorghum grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 25:1268-1273.

Peters, D.P.C. 2002. Recruitment potential of two perennial grasses with different growth forms at a semiarid – arid transition zone. *American Journal of Botany*, 89(10):1616-1623.

Priolo, A., Ben S., H., Atii, N. and Nefzaoui. 2002. Polyethylene glycol in concentrate or feedblocks to deactivate condensed tannins in *Acacia cyanophylla* Lindl. Foliage 2. Effects on meat quality of Barbarine lambs. *Animal Science*, Vol. 75:137-140.

Poppi, D.P. and McLennan, S.R. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *Journal of Animal Science*, 73:278-290.

Provenza, F.D., Burritt, E.A., Perevolotsky, A. and Silanikove, N. 2000. Self-regulation of intake of polyethylene glycol by sheep fed diets varying in tannin concentrations. *Journal of Animal Science*, 78:1206-1212.

Ramírez, C.L. y Ku V., J.C. 1997. Suplementación con follaje de árboles a ovinos alimentados con pasto taiwan: consumo, digestión ruminal y suministro de nitrógeno microbiano al duodeno. *Memorias del XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Veracruz, Ver., 3 al 8 de Noviembre.* p. 111.

Ramírez A., L., Ku V., J.C., Sandoval C., C., y Solorio S., F.J. 2000. Producción animal con pasturas asociadas con especies arbóreas y arbustivas. En: *Producción de leche y carne en el trópico con base en pastoreo.* Ed. E. Castillo, J. Jarillo R. y S. Concha O. UNAM/FMVZ/CEIEGT/UGRNV. Tuxpan, Ver., 17 y 18 de Febrero. p. 29-39.

Ramírez L., R.G. 2003. Behavior of browsing ingestion in range small ruminants. *Proceedings of the satellite symposium: Secondary compounds and browse utilization, UAY, Mérida, Yuc. October 18,* p.48-55.

Ramírez E., C.A., Barry, T.N., López V., N., Kemp, P.D. and McNabb, W.C. 2004. Use of *Lotus corniculatus* containing condensed tannins to increase lamb and wool production under commercial dryland farming conditions without the use of anthelmintics. *Animal Feed Science and Technology*, 117:85-105.

Rawel, H.M., Rohn, S. and Kroll, J. 2000. Reactions of selected secondary plant metabolites (glucosinolates and phenols) with food proteins and enzymes—Influence on physico-chemical protein properties, enzyme activity and proteolytic degradation. *Recent Researches in Development Phytochemical*, 4:115-142.

Reed, J.D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science*, 73:1516-1528.

Rook, A.J., Dumont, B., Isselstein, J., Osoro, K., WallisDeVries, M.F., Parente, G. And Mills, J. 2004. Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures – a review. *Biological Conservation*, 119(2):137-150.



Rook, A.J. and Tallowin, J.R.B. 2003. Grazing and pasture management for biodiversity benefit. *Animal Research*, 52:181-189.

Roothaert, R.L. and Paterson, R.T. 1997. Recent work on the production and utilization of tree fodder in East Africa. *Animal Feed Science Technology*, 69:39-51.

Royo M., M., Melgoza C., A. y Sierra T., J.S. 2003. Manual de plantas útiles. Folleto técnico N° 9, INIFAP/SAGARPA/CONACYT/Fundación Produce Chihuahua. p. 15-16.

Rubanza, C.D.K., Shem, M.W., Otsyina, R., Ichinohe, T. and Fujihara, T. 2003. Nutritive evaluation of some browse tree legume foliages native to semi-arid areas in western Tanzania. *Asian- Australian Journal of Animal Science*, 16(10):1429-1437.

Rubio, A.F.A. 2000. Cosecha de semillas de especies forrajeras en predios ganaderos y orillas de carreteras en Zacatecas. En: XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Hermosillo, Son. 7 al 10 de Noviembre. p. 62.

Ruíz, R. y Oregui, L.M. 2001. El enfoque sistémico en el análisis de la producción animal: revisión bibliográfica (Revisión). *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animal*, 16(1):29-61.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. México, D.F., Ed. LIMUSA. p. 37-45.

Rzedowski, G.C. y Rzedowski, J. 2001. Flora fanerogámica del valle de México. CONABIO, Instituto de Ecología, A.C., 2ª Ed., Pátzcuaro, Mich.

SAGARPA/COTECOCA. 2001. Resumen de la Producción Forrajera, 2001. Documento Interno.

Sánchez S., J., Quintana R. L.I. y Solórzano B., L.. 2000. Los coeficientes de agostadero del Estado de Michoacán. SAGARPA/COTECOCA, Morelia, Mich.

Sánchez, M.D. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Conferencia electrónica, FAO, Roma, Italia. p. 7-13.

Sandoval C., C.A., Magaña S., H., Capetillo L., C., and Deb Hovell, F.D. 2002. Comparison of charcoal and polyethylene glycol (PEG) for neutralizing tannin activity with an *in vitro* gas production technique. International Conference Responding to the Increasing Global Demand for Animal Products. British Society of Animal Science, American Society of Animal Science, Mexican Society of Animal Production. UADY, Mérida, Yuc. 12-15 November. p. 179-180.

Segovia, R.J., Sedano, R., Reina, G., López, G. y Schoonhoven, A.v. 2000. Árboles, arbustos y aves en el Agrosistema del CIAT. Inventario de árboles, arbustos y de la avifauna del CIAT. Valle del Cauca, Colombia. Publicación CIAT N° 317, Colombia.

Shelton, H.M. 2000. Tropical forage tree legumes in agroforestry systems. *Unasylva*, 51:25-32.

Sikosana, J.L.N., Maphosa, V., Smith, T., Mlambo, V., Owen, E. and Mueller, I. 2002. Use of local browse tree pods as dry season supplement for goats in the south-western region of Zimbabwe. International Conference Responding to the Increasing Global Demand for Animal Products. British Society of Animal Science, American Society of Animal Science, Mexican Society of Animal Production. UADY, Merida, Yuc. 12-15 November. p. 193-195.

Silva O., M.F., Ramírez M., F. y Enríquez C., E. 1991. Evaluación de gramíneas forrajeras nativas e introducidas en el Estado de Sonora. *Técnica Pecuaria en México*, 29(3):127-131.

Simons, A.J. and Leakey, R.R.B. 2004. Tree domestication in tropical agroforestry. *Agroforestry Systems*, Vol. 61:167-181.

Smith, H.A. and Mackie, R.I. 2004. Effect of condensed tannins on bacterial diversity and metabolic activity in the rat gastrointestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(2):1104-1115.

Smith, S.E. 1998. Variation in response to defoliation between populations of *Bouteloua curtipendula* var. *caespitosa* (poaceae) with different livestock grazing histories. *American Journal of Botany*, 85(9):1266-1272.

Solorio S., F.J. and Solorio S., B. 2002. Integrating fodder trees into animal production system in the tropics. *Tropical & Subtropical Agroecosystems*, 1:1-11.

Somado, E. A., Becker, M., Kuehne, R. F., Sahrawat, K. L. and Vlek, P.L.G. 2003. Combined Effects of Legumes with Rock Phosphorus on Rice in West Africa. *Agronomy Journal*, 95:1172–1178.

Somarriba E., Valdivieso, R., Vázquez, W. and Galloway, G. 2001. Survival, growth, timber productivity and site index of *Cordia alliodora* in forestry and agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 51:111-118.

Sosa R., E.E., Sansores L., L.I, Zapata B., G.J. y Ortega R., L. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Técnica Pecuaria en México*, 38(2):105-117.

Sosa, R., E.E., Sansores, L.L., Zapata, B.G. y Pérez, R.D. 2000. Composición botánica de la dieta de bovinos en áreas de vegetación secundaria en Alvaro Obregón, Quintana Roo. En: XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Hermosillo, Son. 7 al 10 de Noviembre. p. 56.

Sosa R., E.E., Pérez R., D., Ortega R., L. y Zapata B., G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. Técnica Pecuaria en México, 42(2):129-144.

Tamminga, S. 1996. A review on environmental impact of nutritional strategies in ruminants. Journal of Animal Science, 74:3112-3124.

Teklehaimanot, Z., Jones, M. and Sinclair, F.L. 2002. Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in a silvopastoral system in North Wales, UK. Agroforestry Systems, 56:47-55.

Van Soest, P.J., Roberson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74(10):3583-3597.

Velázquez, A., Mas J., F. y Palacio, J.L. Análisis del cambio de uso del suelo. Mapas de análisis del cambio de uso de suelo. Convenio INEGI (UNAM), (Oficio de autorización de inversión 312.A.-00215) [en línea] [http://www.ine.gob.mx/dgoece/xid/dgoece/i\\_usv/](http://www.ine.gob.mx/dgoece/xid/dgoece/i_usv/). Consultado Nov. 15, 2005.

Villalba, J.J. and Provenza, F.D. 2001. Preference for polyethylene glycol by sheep fed quebracho tannin diet. Journal of Animal Science, 79:2066-2074.

Villalba, J.J., Provenza, F.D. and Bryant, J.P. 2002. Consequences of the interaction between nutrients and plant metabolites on herbivore selectivity: benefits or detriments for plants?. Oikos, 97:282-292.

Villanueva, J.F., Bustamante, J.J., Bonilla, J.A. y Rubio, J.V. 2003. Nutritional value of diet and forage and nutrient intake by grazing cattle of evergreen seasonal forest ecosystem. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 3:467-469.

Wadsworth, J. 1997. Análisis de sistemas de producción animal. Tomo I: Las bases conceptuales. Estudio FAO. Producción Animal y Salud Animal. 140/1, Roma, Italia.

Ward D. and Young, T.P. 2002. Effects of large mammalian herbivores and ant symbionts on condensed tannins of *Acacia drepanolobium* in Kenya. Journal of Chemical Ecology, 28(5):913-929.

White, T.A., Barker, D.J. and Moore, K.J. 2004. Vegetation diversity, growth, quality and decomposition in managed grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101:73-84.