

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA
CON OPCIÓN TERMINAL EN EL ÁREA PECUARIA**

TESIS

**CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA, VALOR NUTRICIONAL Y COMPOSICIÓN
QUÍMICA DE NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS FORRAJERAS
MULTIPROPÓSITO EN LA REGIÓN DE TIERRA CALIENTE, MICHOACÁN**

QUE PRESENTA:

I.B. NALLELY LÓPEZ HERNÁNDEZ

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. EN BIOTECNOLOGÍA MICROBIANA: ERNESTINA GUTIÉRREZ VÁZQUEZ

CODIRECTOR

DR. EN BIOTECNOLOGÍA MICROBIANA: AURELIANO JUÁREZ CARATACHEA

CUERPO TUTORAL

DR. ARMÍN JAVIER AYALA BURGOS

DR. GUILLERMO SALAS RAZO

M.C. ANTONIO GARCÍA VALLADARES

TARÍMBARO, MICHOACÁN. AGOSTO DE 2015

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA CON OPCIÓN
TERMINAL EN EL ÁREA PECUARIA**

TESIS

**CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA, VALOR NUTRICIONAL Y COMPOSICIÓN
QUÍMICA DE NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS FORRAJERAS
MULTIPROPÓSITO EN LA REGIÓN DE TIERRA CALIENTE, MICHOACÁN**

QUE PRESENTA:

I.B. NALLELY LÓPEZ HERNÁNDEZ

COMITÉ TUTORAL:

DIRECTOR DE TESIS:

**DRA. EN BIOTECNOLOGÍA MICROBIANA
ERNESTINA GUTIÉRREZ VÁZQUEZ**

**CODIRECTOR: DR. EN BIOTECNOLOGÍA MICROBIANA
AURELIANO JUÁREZ CARATACHEA**

CUERPO TUTORAL:

**DR. GUILLERMO SALAS RAZO
M.C. ANTONIO GARCÍA VALLADARES
DR. ARMÍN JAVIER AYALA BURGOS**

TARÍMBARO, MICHOACÁN, MÉXICO. 2015

DEDICATORIA

A Dios por darme la existencia, por ser mi fortaleza, la luz y la guía en mí caminar. Gracias Señor por llenarme de bendiciones y porque mi vida está siempre en tus manos. A mis padres por darme la existencia, el cariño y la fortaleza necesarios para lograr mis propósitos y cada una de mis metas, sobre todo mil gracias por su gran apoyo incondicional que me han brindado hoy y siempre, lo cual me ha permitido lograr una exitosa formación personal y profesional. Todo lo que he logrado y lo que voy a lograr se los debo a ustedes. Mi más sincera y profunda admiración.

A ti querida madre, bendita seas, por darme la vida, por ser un ejemplo a seguir, gracias por tu gran amor, cuidados, paciencia, consejos y porque más que mi madre eres mi confidente y amiga. Gracias por compartir mis alegrías y mis tristezas, por levantarme y darme ánimo cuando he tropezado. Gracias por dedicar y entregar parte de tu vida a nuestra formación humana y profesional. Eres una mujer ejemplar y admirable. A ti papá, por ser el pilar del hogar dónde he crecido, por preocuparte por mí y darme los medios necesarios para culminar mis proyectos de vida, gracias por tu amor, por tus sabios consejos y por haber hecho de mí una mujer de bien. A mis hermanas Claus, Vian y Viri que son el motor que me impulsa para alcanzar metas cada vez más altas y ser un ejemplo de superación personal para ellas. Gracias por su cariño, apoyo, consejos y palabras de aliento en mis triunfos y fracasos. Gracias por ser mis cómplices, por los buenos y malos momentos que juntas hemos pasado y superado.

A mis amigos que son una de las grandes bendiciones que Dios ha dado a mi vida, por su apoyo incondicional y por ser mis ángeles en esta aventura de la vida. En especial, dedico este trabajo a mi querido y gran amigo Martin Bravo García que me enseñó el verdadero significado de la amistad, gracias amigo por ser mi confidente y mi cómplice, por cada palabra de aliento, por enseñarme a disfrutar cada momento. Gracias, por la alegría y la fe que diste a mi vida, por cada abrazo y cada sonrisa, por permitirme formar parte de tu vida y por creer en mí; siempre tendrás un lugar en mi corazón y te recordaré con cariño hoy y siempre. Que Dios te bendiga y descansa en paz. Mi más sincera y profunda admiración para ti. Te quiero.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por haberme brindado la oportunidad de seguir preparándome académica y profesionalmente. Gracias por brindarme también un espacio como miembro de esta dependencia.

Al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales por brindarme la oportunidad de poder continuar formándome académicamente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por brindarme el apoyo y los recursos económicos para la realización de mis estudios de Maestría.

A mis profesores y asesores: Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez, Dr. Armín Ayala Burgos, Dr. Aureliano Juárez Caratachea, Dr. Guillermo Salas Razo y el M.C. Antonio García Valladares por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado, por compartir conocimientos, experiencias de vida y por las aportaciones hechas en la realización del presente trabajo, por la amistad, la confianza, tiempo, paciencia, apoyo y motivación brindados durante mi formación profesional. Gracias por creer en mí.

A la valiosa colaboración del MC. Xavier Sánchez Madrigal por llevar a cabo la identificación taxonómica y ser un elemento clave en la aportación de nuevos conocimientos en la presente investigación.

A la MC. Nayda Luz Bravo Hernández, MC. Sibila Santos y QFB. Ma. de la Paz Ochoa Salazar por la asesoría, apoyo, paciencia y sabia conducción durante el desarrollo del trabajo experimental brindado en el presente trabajo.

A mis compañeros de trabajo por brindarme su amistad y hacer mi estancia más agradable.

A prestadores de servicio social y voluntarios que se sumaron al trabajo de campo y de laboratorio. Mil gracias por el tiempo invertido y el apoyo que me brindaron en la realización de este trabajo. Este logró lo comparto también con todos ustedes.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICAS	vii
NOTA AL LECTOR	ix
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
1.- INTRODUCCIÓN GENERAL	1
2.- ANTECEDENTES	3
2.1 Factores que limitan la producción bovina	3
2.2 Ganadería extensiva del trópico seco en el estado de Michoacán	4
2.3 Importancia del sistema agroforestal	6
2.4 Árbol forrajero	7
2.4.1. Servicios ecosistémicos	8
2.5 Especies arbóreas forrajeras referidas por los ganaderos	11
2.6 Clasificación taxonómica.....	14
2.7 Valoración de un alimento.....	15
2.8 Composición químico-nutricional de las especies arbóreas forrajeras.....	16
2.9 Componentes antinutricionales de las especies forrajeras	17
3.- JUSTIFICACIÓN	20
4.- HIPÓTESIS	21
5.-OBJETIVO GENERAL	21
5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
6.- METODOLOGIA GENERAL	22

6.1 Descripción Geográfica del área de estudio	22
6.2 Identificación de las especies arbóreas	24
6.3 Obtención de las muestras	24
6.4 Análisis de Laboratorio.....	24
7.- BIBLIOGRAFIA	25
8.- RESULTADOS.....	35
CAPITULO I	35
IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS NATIVAS DE USO MÚLTIPLE CON POTENCIAL FORRAJERO EN LA REGIÓN DE TIERRA CALIENTE, MICHOACÁN.....	35
RESUMEN	35
ABSTRACT	36
INTRODUCCIÓN	37
MATERIALES Y MÉTODOS	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
CONCLUSIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA	59
CAPITULO II	64
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS FORRAJERAS DE IMPORTANCIA PARA LA GANADERÍA EN LA REGIÓN DE TIERRA CALIENTE, MICHOACÁN.....	64
RESUMEN	64
ABSTRACT	65
INTRODUCCIÓN	66
MATERIALES Y MÉTODOS	67
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	72
CONCLUSIONES.....	82

BIBLIOGRAFÍA	82
CAPITULO III	86
DETERMINACIÓN DE FENOLES TOTALES Y TANINOS CONDENSADOS EN NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS FORRAJERAS DE IMPORTANCIA PARA LA GANADERÍA EN LA REGIÓN DE TIERRA CALIENTE, MICHOACÁN	86
RESUMEN	86
ABSTRACT	87
INTRODUCCIÓN	87
MATERIALES Y MÉTODOS	90
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	93
CONCLUSIONES.....	101
BIBLIOGRAFÍA	101
9.- CONCLUSIONES GENERALES.....	106
10.- RECOMENDACIONES	108
11.- BIBLIOGRAFÍA GENERAL	108
12.- APÉNDICE 1. GEOREFERENCIACIÓN DE LAS NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS ENCONTRADAS EN LA REGIÓN DE ESTUDIO	125

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Utilización de los árboles como fuente de medicina para animales.....	9
Cuadro 2. Árboles medicinales para humanos referidos por los productores de Tierra Caliente, Michoacán.....	10
Cuadro 3. Composición química de follaje verde y hojarasca (%base seca) de especies arbóreas con potencial forrajero en la Región de Tierra Caliente, Michoacán. México.....	12
Capítulo I	
Cuadro 1. Nombre común y científico de nuevas especies arbóreas forrajeras referidas en los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas, Michoacán. México.....	44
Cuadro 2. Nuevas especies arbóreas forrajeras de uso medicinal para humanos referidas por los productores de Tierra Caliente, Michoacán. México.....	49
Cuadro 3. Utilización de los nuevos árboles forrajeros como fuente de medicina para animales.....	51
Cuadro 4. Elaboración de herramientas de trabajo a partir de los nuevos árboles forrajeros.....	53
Cuadro 5. Edad de los productores entrevistados y años dedicados a la actividad ganadera.....	57

Capítulo II

Cuadro 1. Composición química de follaje verde (porcentaje en base seca) de 67 nuevas especies arbóreas forrajeras de la Región de Tierra Caliente, Michoacán. México..... 73

Cuadro 2. Clasificación de calidad de forrajes (% materia seca)..... 78

Capítulo III

Cuadro 1. Especies forrajeras con porcentaje (<2%) de taninos y fenoles en follaje verde..... 94

Cuadro 2. Especies forrajeras con niveles de porcentaje de 2-4% de taninos en follaje verde..... 97

Cuadro 3. Especies forrajeras con porcentajes elevados de taninos..... 99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Municipios del estado de Michoacán con inventarios de especies arbóreas forrajeras multipropósito..... 11

Figura 2. Área de estudio y muestreo, de las especies arbóreas forrajeras referidas por los ganaderos..... 23

Capítulo I

Figura 1. Frutos de EAF más consumidos por el hombre..... 52

Figura 2. Especies arbóreas forrajeras con mayor variedad de uso..... 54

Capítulo II

Figura 1. Recolección y procesamiento de muestras..... 68

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. <i>Hematoxylon brasiletto</i>	12
Fotografía 2. <i>Spondias purpurea</i>	12
Fotografía 3. <i>Randia echinocarpa</i>	12
Capítulo I	
Fotografía 1. Aplicación de encuestas a los productores.....	40
Fotografía 2. Obtención de muestras para la identificación taxonómica.....	40
Capítulo II	
Fotografía 1. Determinación de calcio.....	69
Fotografía 2. Determinación de proteína cruda.....	70
Fotografía 3. Determinación de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida.....	70
Fotografía 4. Determinación de Fósforo.....	71
Capítulo III	
Fotografía 1. Determinación de fenoles y taninos.....	92

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Capítulo I

Gráfica 1. Comparación del inventario de EAF en el municipio de Carácuaro, Huetamo y de San Lucas, Michoacán, México realizado en el año 2006 y 2014.....	41
Gráfica 2. Número de nuevas especies arbóreas forrajeras referidas por los productores de la Región de Tierra Caliente, Michoacán. México.....	46
Gráfica 3. Identificación taxonómica de nuevas especies arbóreas nativas clasificadas por familias	47
Gráfica 4. Porcentaje de mención de los diferentes usos alternativos tradicionales de los 73 árboles forrajeros referidos en la Región de Tierra Caliente, Michoacán. México.....	48

Capítulo II

Gráfica 1. Número de nuevas especies arbóreas forrajeras referidas por municipios en la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México.....	72
Gráfica 2. Promedios de materia orgánica de los grupos de 67 especies arbóreas.....	75
Gráfica 3. Promedios de proteína cruda de las 67 especies arbóreas.....	76
Gráfica 4. Promedio porcentual de fibra detergente neutra de los grupos de clases de 67 especies arbóreas.....	79
Gráfica 5. Promedio porcentual de fibra detergente ácida de los grupos de clases de 67 especies arbóreas.....	79
Gráfica 6. Promedio de calcio de los diferentes grupos de clases de las especies arbóreas.....	80 _{vii}

Gráfica 7. Promedio de fósforo de los diferentes grupos de clases de las especies arbóreas.....	81
---	----

Capítulo III

Gráfica 1. Número de nuevas especies arbóreas forrajeras referidas por municipios en la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México.....	93
---	----

Gráfica 2. Análisis de correlación lineal entre taninos y fenoles presentes en las nuevas especies arbóreas.....	94
--	----

NOTA AL LECTOR

El Programa de Maestría en Producción Agropecuaria (PMPA), sancionado por el H. Consejo Universitario con fecha 15 de Marzo de 2013; establece los lineamientos para su operación en su plan de estudios. Determinando en el artículo 28 de las reglas complementarias los requisitos para la obtención del grado que a la letra dice:

Artículo 28. Requisitos para la obtención de grado. Se otorgará el grado de “Maestría en Producción Agropecuaria”, con cualquiera de las siguientes opciones: “Agrícola”, “Pecuaria”, “Forestal”, “Acuícola” o “Agronegocios” al alumno que cumpla con lo establecido en el artículo 71 del Reglamento General de Estudios de Posgrado y con los siguientes requisitos:

- a) Haber cubierto la totalidad de los créditos
- b) Haber entregado y defendido el proyecto de Tesis el cual se define de la siguiente manera:

PROYECTO TERMINAL (TESIS). Es un informe académico que se deriva de los estudios realizados y, de acuerdo con el CONACYT (2006), es de carácter profesional, docente o empresarial, en el que el estudiante debe demostrar el dominio de las competencias adquiridas. Es un informe producto del trabajo que puede ser de carácter profesional, experimental o empresarial, según la modalidad escogida por el estudiante (ver Anexo 2), donde tiene que demostrar el dominio de las competencias adquiridas en el programa de la maestría y deberá responder a una problemática relacionada con el área y relevante en nuestro contexto a la cual contribuya a solucionar.

A su vez, el anexo 2 de dicho plan de estudios, es más específico al explicar las alternativas para la realización del proyecto de tesis, como a continuación, se describe:

ANEXO 2

Alternativas para la realización del proyecto de tesis del PMPA

Debido a la diversidad de opciones y a los requerimientos de flexibilización de los planes de estudios de esta maestría, se plantean diferentes modalidades para el desarrollo del Proyecto de Tesis, el cual, busca dar respuesta a las demandas del campo productivo, así como a los intereses y aptitudes del estudiante.

El Objetivo de este anexo es clarificar las características generales de cada modalidad que sirvan de guía para los Comités Revisores, quienes delimitarán los requisitos, exigencias, aspectos a abordar y los estándares mínimos de calidad requeridos. El proyecto de tesis podrá realizarse a través de alguna de las siguientes opciones:

1.- ESTUDIO DE CASOS

Es un análisis de una entidad, fenómeno o unidad social de naturaleza particularista, descriptiva y heurística, basada en el razonamiento inductivo. Es particularista porque se centra en una situación, evento o fenómeno específico, el cual en sí mismo es importante por lo que revela del fenómeno y lo que pueda representar. Es descriptivo, porque el producto final es una representación rica y densa del fenómeno a investigar y es heurística, porque ilumina la comprensión del lector del fenómeno objeto de estudio, lo que puede llevar a descubrir nuevos significados, ampliar la experiencia o confirmar lo que se sabe. El estudio de casos puede ser de una empresa, de una actividad productiva, etc.

Los estudios de casos cualitativos son estudios que involucran la exploración detallada a lo largo de un periodo de tiempo, lo suficientemente extenso, que permita el entendimiento profundo del objeto de estudio y del contexto en el que éste se ubica, por medio de métodos múltiples de recolección de datos y múltiples fuentes de información altamente contextualizadas.

Es aplicable en innumerables campos donde se trate de combinar eficazmente la teoría y la práctica.

2.- ESTUDIOS ECONÓMICOS

Los estudios de este tipo son componentes importantes de la investigación acerca de la efectividad y establecimiento de políticas en los niveles federal, estatal y local en diversos tipos de sistemas educativos. Su propósito es entender los efectos de reformas o políticas en relación con sus costos, contribuciones de la educación al crecimiento económico y desarrollo, así como acerca del entorno no monetario en educación.

3.- PROYECTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

Estos proyectos involucran un proceso de cambio, por medio del cual, se intenta alcanzar los objetivos de la actividad productiva con los más altos niveles de logros. Se caracterizan por realizar una descripción especializada de un caso, organizado de acuerdo con las líneas del postgrado.

Los aspectos básicos que debe contener el análisis serán: describir el contexto situacional del caso, los principales factores involucrados, los conceptos que se aplican con base en las perspectivas disciplinares actuales, la explicación de los elementos que justifiquen el qué, cómo y cuándo de la problemática, la delimitación de la problemática analizada, donde se deben definir sus fronteras e identificar los factores o variables que ocasionan obstáculos en el desarrollo de la institución; así como el análisis de las interrelaciones de los factores o variables seleccionadas.

4.- DISEÑO, DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y MEDICIÓN PRODUCTIVA

Consiste en el diseño, desarrollo y/o validación de un instrumento, técnica o estrategia de evaluación y/o medición, con sus propiedades, limitaciones y fortalezas repostadas; así como sus indicadores de confiabilidad y validez.

5.- PROGRAMAS DE PREVENCIÓN Y/O INTERVENCIÓN

Consisten en el proyecto de atención, solución y/o prevención de problemas productivos, documentados a través de acciones que evidencien la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes durante el programa de estudio. Será necesario implementar el proyecto (aún en fases piloto o preliminares) y evaluar sus resultados.

6.- OTROS

Cualquier otro proyecto propuesto del estudiante por el visto bueno de su asesor, aprobado por el Comité tutorial.

Por tanto, este documento podrá ser de naturaleza descrita con antelación y con ello cumplir con el objetivo y el enfoque profesionalizante del programa.

**La Coordinación Académica del Programa de Maestría en Producción
Agropecuaria con opción terminal en las Áreas: Agrícola, Pecuaria, Forestal,
Acuícola y Agronegocios.**

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la identificación taxonómica, la composición química y el valor nutricional de nuevas especies arbóreas forrajeras multipropósito referidas por los productores en la Región de Tierra Caliente, Michoacán. El presente trabajo está conformado en tres capítulos elaborados con metodologías de investigación distintas. **El primer capítulo** contempló actualizar el inventario y los usos alternos de los árboles nativos con potencial forrajero que no habían sido identificados taxonómicamente ni referidas en los municipios de Carácuaro, Huétamo y San Lucas, mediante la aplicación de encuestas a grupos de ganaderos constituidos como organizaciones. En la región de estudio, los ganaderos refirieron la existencia de 136 árboles de utilidad forrajera y los usos alternos para los productores. De las 136 especies registradas desde el año 2006 hasta la fecha actual, se lograron identificar 73 nuevas especies arbóreas y todas son consumidas por el ganado. A 60 se les determinó la clasificación taxonómica completa (familia, género y especie). Sesenta y dos árboles se identificaron con 26 familias diferentes. Los usos mencionados fueron: para leña (26.6%), postes para cerca (22.4%), medicinal para humanos (17.5%), consumo humano (14.8%), herramientas de trabajo (13%) y medicinal para animales (5.6%). El hecho de que los árboles referidos como forrajeros sean utilizados para varios fines permite catalogarlos como árboles multipropósito y representan un potencial valioso en la explotación de agostaderos. Con esta información, de los diversos usos tradicionales y el valor nutricional, será posible evaluar el potencial de estos recursos nativos. En el **capítulo II** se determinó la composición química del follaje verde de 67 especies arbóreas forrajeras de importancia para la ganadería que no se habían evaluado previamente, a los cuales, se les determinó proteína cruda, fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), materia orgánica, cenizas, calcio y fósforo. Para el procesamiento de los datos se utilizó estadística descriptiva (porcentajes y frecuencias). Las variables se analizaron a través de la distribución de frecuencias, según fórmula sugerida por Sturges (citado por Daniel, 1977); para la determinación de clases: $1+3.3 (\log n)$. La proteína cruda de los árboles analizados varió desde 7.29% para *Pseudosmodium perniciosum* hasta

29.79% en chaya N/C (especie no clasificada), mientras que el 98.53% de las especies presentaron niveles mayores a 8% de proteína cruda. De las especies evaluadas, el 61.19% (41/67) presentaron concentraciones entre 49.54% a 59.58% de FDN. El mayor porcentaje de FDN se encontró en *Muntingia calabura* 70.11% y *Psidium guineensis* mostró el valor más elevado 59.97% de FDA, mientras que, *Bursera fagaroides* presentó la concentración más baja de FDN 34.98% y *Frogueria formosa* 20.43% de FDA respectivamente. El contenido químico de las especies evaluadas, aporta un juicio nutricional preliminar para su uso en la alimentación de rumiantes, como una fuente de forraje de calidad y complementación durante la época de estiaje. En el **tercer capítulo**, se evaluó la concentración de fenoles totales y taninos condensados en las 67 especies arbóreas forrajeras referidas por los productores. Se utilizó el coeficiente de correlación lineal simple entre taninos y fenoles, por medio del paquete estadístico STATISTIC. La correlación entre los fenoles totales a los taninos condensados fue de $R^2=0.7033$, lo que demuestra que existe relación estadísticamente significativa entre fenoles y taninos para un nivel de confianza del 99%. Se encontró que el 32.83% (22/67) presentaron valores menores al 2% de taninos condensados, 6.85% presentaron niveles de taninos de 2 a 4%; lo que sugiere que éstas especies pueden ser incorporadas como fuente importante de alimento para el ganado. Sin embargo, la mayoría de las especies evaluadas 59.7% (40/67), presentaron niveles de taninos que varían de 5% hasta el 72%; debido a que, las especies son nativas de la región, es necesario proponer estrategias a los productores en el manejo agroforestal, con respecto a la frecuencia de consumo de estas especies, con el fin de evitar resultados negativos en sus animales y con la finalidad de tener información de los contenidos de estos compuestos antinutricionales, que sirva para orientar a los productores en la toma de decisiones cuando realicen prácticas como la de aclareo de predios. Se discuten los efectos positivos y negativos del contenido de nutrientes y los componentes antinutricionales presentes en las especies arbóreas forrajeras evaluadas sobre la productividad y la salud animal.

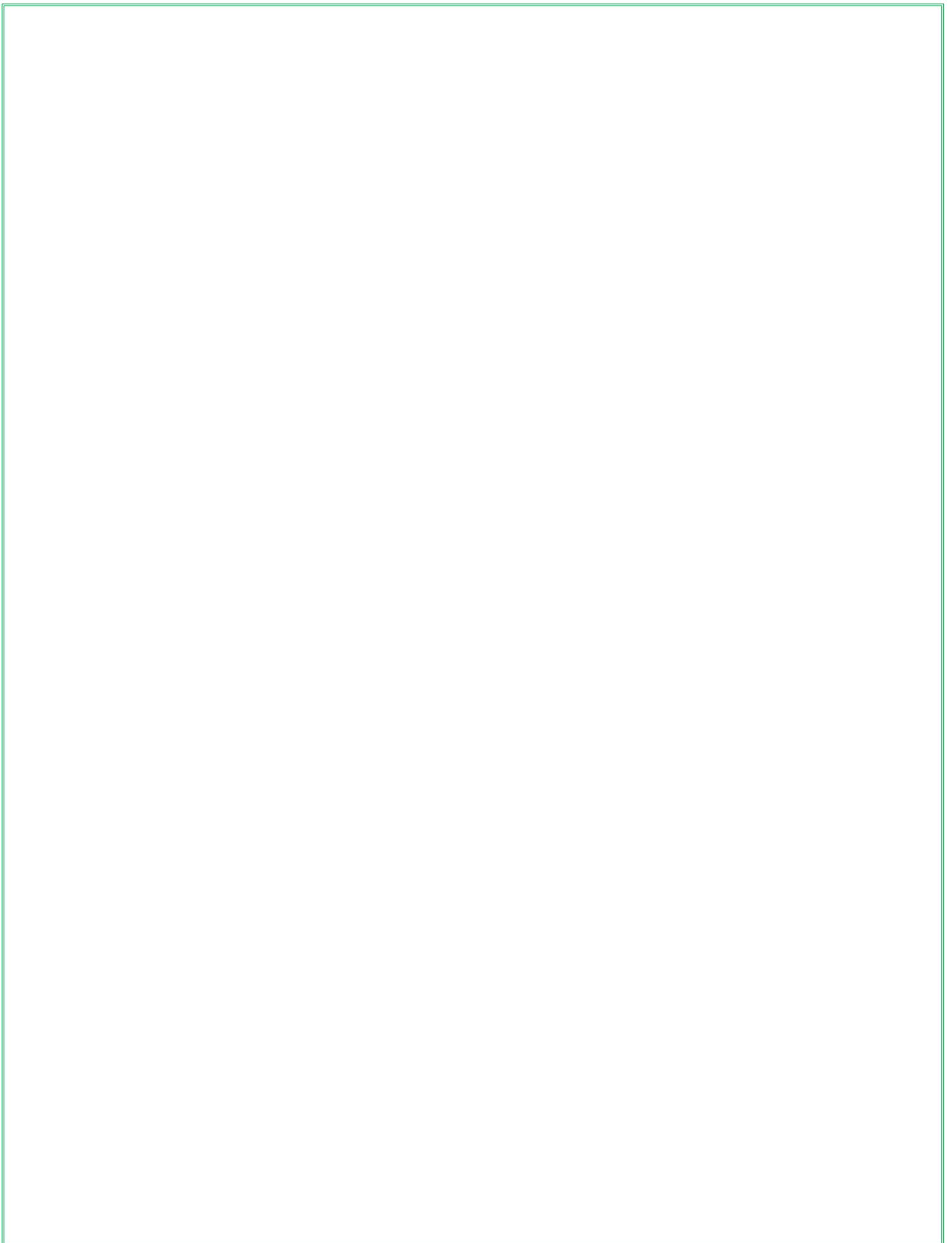
Palabras clave: identificación taxonómica, especies arbóreas, valor nutricional, composición química, componentes antinutricionales

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the taxonomic identification, chemical composition and nutritional value of forage new multipurpose tree species reported by producers in the region of Tierra Caliente, Michoacán. This work consists of three chapters made with different research methodologies. The first chapter looked at the inventory and alternative uses of native trees with forage potential that had not been taxonomically identified or referred to in the municipalities of Carácuaro, Huetamo and San Lucas, through the use of surveys of farmers formed groups and organizations. In the study region, farmers reported the existence of 136 fodder trees utility and alternative uses for producers. Of the 136 species recorded from year 2006 to date, they were able to identify 73 new tree species and all are consumed by livestock. To 60 was determined the complete taxonomic classification (family, genus and species). Sixty-two trees were identified with 26 different families. The uses mentioned were: firewood (26.6 %), fencepost (22.4%), medicine for humans (17.5 %), consumption human (14.8 %), tools (13%) and medicine for animals (5.6 %). That referred to as fodder trees are used for various purposes can catalog them as multipurpose trees and represents a valuable potential in the exploitation of rangeland. With this information, the various traditional uses and nutritional value, it will be possible to evaluate the potential of these native resources. In Chapter II the chemical composition was determinate of green fodder foliage of 67 major tree species forage for livestock ,that not have been evaluated previously, to which , were determined crude protein, neutral detergent fiber NDF, acid detergent fiber ADF, organic matter, ash, calcium and phosphorus was determined. For data processing descriptive statistics (frequencies and percentages) were used. The variables were analyzed by the frequency distribution, as suggested by Sturges, (referred by Daniel, 1977) formula; for determining classes: $1+3.3(\log n)$. Crude protein of the trees analyzed ranged from 7.29% to 29.79% in *Pseudosmodingium perniciosum* to chaya N/C (unclassified species), while 98.53% of the species had higher 8% crude protein.

Of species assessed, the 61.19% (41/67) had concentrations between 49.54% to 59.58% NDF. The highest percentage of NDF was found in *Muntingia calabura* 70.11% and *Psidium guineensis* showed the highest 59.97% value of ADF, while *Bursera fagaroides* submitted the lowest concentration FDN 34.98% and *Frogueria formosa* 20.43% respectively ADF. The chemical content of the species tested, provides a nutritional preliminary trial for use in ruminant feed as a source of quality forage and supplement during the dry season. In the third chapter, the concentration of total phenolics and condensed tannins in the 67 fodder tree species aggregated by producers was evaluated. The simple linear correlation coefficient between tannins and phenols are used, through the statistical package version STATISTIC. The correlation between total phenols condensed tannins was $R^2=0.7033$, which shows that there is a statistically significant relationship between phenols and tannins for a confidence level of 99%. It was found that 32.83% (22/67) had values less than 2% of condensed tannins, 6.85% had levels of tannins of 2-4%; suggesting that these species can be incorporated as an important source of food for livestock. However, the majority of species assessed 59.7% (40/67) presented tannin levels ranging from 5% to 72%; because the species are native to the region, it is necessary to propose strategies to producers in agroforestry, with respect to the frequency of consumption of these species, in order to avoid negative results in their animals and in order to have information on the contents of these anti-nutritional compounds, which serve to guide producers in making decisions when making practices such as thinning properties. The positive and negative effects of nutrient content and antinutritional component in the forage tree species evaluated on productivity and animal health are discussed.

Key words: taxonomic identification, tree species, nutritional value, chemical composition, antinutritional components



1.- INTRODUCCIÓN GENERAL

En la actualidad, un desafío del sistema de producción agrícola es integrar el uso y la conservación de los recursos naturales debido al constante crecimiento de las necesidades de la población.

En la mayoría de los países de América Latina, la ganadería bovina se ha desarrollado con base en un modelo extensivo, afectando grandes extensiones de selvas y bosques. El proceso de introducción a la ganadería en tierras tropicales ha dado como resultado efectos negativos, como son: pérdida de la biodiversidad, compactación y erosión de los suelos e incremento en las emisiones de gases que contribuyen al sobrecalentamiento global.

Además, de los aspectos antes mencionados, la producción agrícola en México se encuentra también limitada por diversos factores, como la baja disponibilidad de tierras fértiles y agua, desorganización en las unidades de producción e ineficiente capacitación de campesinos y técnicos (Saray y Crespo, 2004). En México los agostaderos ocupan más de 60% del territorio nacional y estas tierras son la fuente más barata de producción de forraje para la alimentación del ganado en pastoreo.

En la Región de Tierra Caliente, Michoacán, el sistema de mayor difusión es el subsistema vaca-becerro, el cual se caracteriza por el pastoreo extensivo donde se aprovecha principalmente los recursos naturales o inducidos, así como esquilmos agrícolas. Este subsistema productivo es el principal proveedor de ganado, para las engordas de la entidad y otras regiones del país (Sánchez y Sánchez, 2005).

Por otra parte, la estacionalidad de la producción de forraje ocasiona baja disponibilidad y calidad de los pastos nativos (Benavides, 1999; Cárdenas *et al.*, 2003), lo que conduce a la importación de este tipo de insumos de otras regiones, con un costo adicional (Savón *et al.*, 2008), por ello la importancia de valorar las fuentes alimenticias disponibles dentro de los recursos naturales, como son los árboles.

Una opción para enfrentar los problemas mencionados, es el impulso de los sistemas agroforestales pecuarios, que implican la presencia de árboles y/o arbustos forrajeros multipropósito. Estos sistemas tienen el potencial de conservar los recursos naturales, controlar la erosión, reducir los daños del clima, aumentar la calidad del forraje y promover la biodiversidad vegetal y animal (Benavides, 1999^a).

Los árboles forrajeros presentan innumerables ventajas para la ganadería extensiva, por poseer un alto valor nutritivo, bajo costo, además, de ser una alternativa biológica y ecológicamente viable, para el desarrollo sostenible de la ganadería (Ku *et al.*, 1999; Carvajal, 2005).

En la Región de Tierra Caliente, se ha registrado gran diversidad de especies arbóreas forrajeras (EAF); ganaderos de 11 municipios del estado de Michoacán han referido hasta la fecha 172 EAF (Gutiérrez *et al.*, 2013), de estas, 101 han sido referidas por los ganaderos del municipio de Carácuaro y han sido valoradas según el servicio que ofrecen a la población y al subsistema ganado. Las 101 especies arbóreas son consumidas por el ganado.

González *et al.*, (2007), estudiaron la composición química de 67 especies arbóreas; de éstas, 97% presentan concentraciones superiores a 8 % de proteína, lo cual supera los valores de los esquilmos agrícolas como el rastrojo de maíz que tiene 5.9% de proteína cruda (PC); también contrasta con los bajos aportes de energía y proteína, que ofrecen los pastos y esquilmos agrícolas de la Región, insuficientes para cubrir las necesidades de los animales (Macedo *et al.*, 2007).

Lo anterior demuestra que las especies arbóreas y arbustivas presentes en la selva baja caducifolia representan potencial como fuente de alimento y complementación proteica para la ganadería. Por lo que, es necesario continuar con la investigación sobre la evaluación del potencial forrajero de los bosques tropicales caducifolios, y que a su vez, permitirán la ejecución de prácticas

productivas sustentables. Por otra parte, la biodiversidad y el conocimiento local sobre las especies arbóreas forrajeras (EAF) de la selva baja caducifolia se están perdiendo y con ello se deteriora un componente del sistema agroforestal pecuario.

2.- ANTECEDENTES

2.1 Factores que limitan la producción bovina

La baja productividad animal en el trópico podría ser atribuida a varios factores, tal como son la degradación de las pasturas y la consecuente reducción en el potencial productivo de las mismas, pérdida de la biodiversidad, alta incidencia de parasitismo y enfermedades potencializadas por la pobre nutrición y condiciones climáticas desfavorables (Sebata *et al.*, 2005).

El pastoreo en la región del trópico seco, se realiza en agostaderos constituidos por gramas nativas y en praderas inducidas. El forraje de los agostaderos durante la época de secas es de baja calidad, hay escasez de forraje y en consecuencia, la ingestión es tan pobre, que los animales detienen su desarrollo y se llega a la pérdida de peso (Roldán *et al.*, 2005).

Así, la calidad de los forrajes en praderas nativas tienden a poseer bajos niveles de nitrógeno y energía, altos niveles de lignificación, lo que disminuye la digestibilidad del forraje y por ende, el aprovechamiento que los animales pueden alcanzar de esos forrajes. Aunado a lo anterior, la estacionalidad tiene influencia negativa en la disponibilidad y calidad de los pastos nativos (Benavides, 1999; Cárdenas *et al.*, 2003).

La ganadería extensiva, ha propiciado la deforestación acelerada de grandes extensiones de terreno, de los bosques tropicales de México (Carranza *et al.*, 2003). Se observan agostaderos erosionados debido a un excesivo sobrepastoreo al que han sido sometidos los ecosistemas a través de los años. Esta característica ha sido señalada por los ganaderos de la Región de Tierra Caliente, en el estado de Michoacán (Jaimes *et al.*, 2003).

La agricultura representa una de las principales estrategias para cubrir las necesidades alimenticias del ganado, sin embargo, ha sido insuficiente. Por lo tanto, al tratar de implementar cualquier estrategia para resolver los problemas de esta ganadería, se requiere de una base científica acorde a los recursos e idiosincrasias de la región (Palma, 2005).

2.2 Ganadería extensiva del trópico seco en el estado de Michoacán

En muchas regiones de América Central, la actividad ganadera está limitada por la escasez de forraje durante la época de secas, que ocasiona bajos niveles de producción (leche y carne) y bajos índices de reproducción (Zamora *et al.*, 2001).

La ganadería bovina en México representa una de las principales actividades del sector agropecuario del país. Esta actividad productiva es la más diseminada en el medio rural (Osuna, 2002). Particularmente en México, en la época de estiaje los pastos son escasos y su contenido nutricional (menor a 8%) no llena los requerimientos necesarios de los animales.

En Michoacán la ganadería es la segunda actividad de importancia económica y ocupa 43% del territorio estatal, el cual es de 58,643 km², (Comisión Forestal del Estado, 2013); esta ganadería se basa en el sistema de producción extensiva, lo que la hace vulnerable a los efectos estacionales y, afronta serio estancamiento en su desarrollo, derivado principalmente por la deficiente nutrición, marcada sobrepoblación de ganado y bajo nivel tecnológico; lo que, se refleja en la baja eficiencia productiva y reproductiva de la ganadería estatal (Sánchez y Sánchez, 2005), estos parámetros se relacionan con el manejo nutricional durante la época de sequía, ya que es uno de los periodos más críticos para los animales (Roldán *et al.*, 2005).

El sistema de producción antes mencionado posee las siguientes características: baja tasa de pariciones, alta mortalidad en animales menores a un año, baja ganancia de peso, estacionalidad en venta de animales y baja selección de hatos.

Las razas presentes son Suizo, Cebú y sus cruizas, además de un alto inventario de animales Criollos que han demostrado buena adaptación a las condiciones existentes en el trópico (Salas, 2007).

Durante los meses de noviembre a junio, se hacen rotaciones de potreros y son pocos los ganaderos que complementan con alimentos molidos o alimentos ganaderos comerciales, la complementación se proporciona a los animales que presenten severa pérdida de peso. La disponibilidad de agua se ve limitada durante la época seca, lo que implica la necesidad de llevar agua a los lugares donde se mantienen los animales. Estos sistemas operan bajo condiciones de tipo social, como son la pobreza, marginación, analfabetismo, emigración y un clima y suelo no favorable (FIRA, 1997; Molina, 2008).

De manera general, la ganadería que se produce en los agostaderos de selva baja caducifolia en el estado de Michoacán, se ha desarrollado bajo un modelo agroforestal; donde, los pastos, especies arbóreas y arbustos nativos, los amplios agostaderos con terrenos escarpados, el clima cálido y una larga época de estiaje, son elementos característicos del sistema (Sánchez y Sánchez, 2005).

En la región sobresale el sistema ganadero vaca-becerro; seguido de los modelos doble propósito, producción de pie de cría y en menor proporción el sistema producción de leche. El ganado utiliza como principales alimentos, a los recursos forrajeros naturales o inducidos de los agostaderos, los esquilmos agrícolas y diferentes niveles de complementación sobre todo energética (Molina *et al.*, 2007).

Un modelo alternativo de producción debe lograr una nutrición balanceada y eficiente, que son los principales factores limitantes en el trópico (Hernández y Ponce, 2004).

2.3 Importancia del sistema agroforestal

Los sistemas agroforestales involucran el uso de árboles y/o arbustos, con cultivos en la misma unidad de terreno, en donde existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. El propósito es lograr un sinergismo entre los componentes que conduzca a mejoras en cuanto a la productividad y sostenibilidad, así como también diversos beneficios ambientales y no-comerciales (Murgueitio, 2003).

Los pastos y forrajes constituyen la fuente basal alimenticia más económica para los sistemas de producción ganadera a nivel mundial (Contino *et al.*, 2008). Así pues, la producción ganadera es una de las formas de usos de la tierra más frecuentes en América, especialmente la ganadería vacuna. En cada uno de los países existen desde pequeños productores, hasta explotaciones de gran escala, los cuales en su mayoría están basados en pasturas naturales o establecidas que muchas veces incluyen árboles dentro de estos sistemas (Ibrahim y Camargo, 2001).

La extracción forestal también existe en algunas regiones y, como consecuencia hoy se encuentra un bosque natural degradado con alto grado de arbustación y un estrato de gramíneas muy pobre. Con esto, los ganaderos tratan de mejorar la producción forrajera de las gramíneas controlando los árboles que erróneamente piensan compiten con ellas, pero pierden los beneficios de los árboles y principalmente la estabilidad del ecosistema (Jiménez, 2002).

Investigaciones han demostrado que en la ganadería de América tropical, el cambio de los monocultivos de pastos por vegetación mixta que combina en el mismo espacio, y al mismo tiempo, gramíneas, leguminosas rastreras, arvenses nobles y no tóxicas, palmas, arbustos y árboles, incrementa la fotosíntesis, mejora el reciclaje de nutrientes, recupera la biota y la fertilidad del suelo e incrementa la biodiversidad (Giraldo *et al.*, 2011). La productividad ganadera mejora cuando se

dispone de alimento suficiente, de aceptable valor nutritivo para satisfacer los requerimientos de los animales.

Los objetivos o beneficios de un sistema agroforestal pueden ser diferentes para cada situación y región del mundo pero, algunos de estos son ampliamente reconocidos como: 1) Mejor protección y mejoramiento del suelo; 2) Más de un tipo de cosecha o producto para los propietarios, lo cual le asegura una mayor estabilidad y retornos económicos en el mediano y largo plazo; 3) Obtención de subproductos como, madera, leña, postes, miel y otros, que mejoran la calidad de vida de los propietarios. El reconocido aumento en la eficiencia biológica del sistema, ayuda a incrementar la productividad no solo para el productor, sino para toda la comunidad o región (Sánchez, 1999; Rosales, 1999, Benavides, 1999).

2.4 Árbol forrajero

El árbol forrajero es una planta perenne alta, con el tallo lignificado, el cual se ramifica por arriba de la base, generalmente de más de 3 m de altura; sus productos tienen gran potencial como forraje, es decir, alto contenido de proteína comparado con las gramíneas y rendimiento de biomasa (Sosa *et al.*, 2004).

Un árbol es considerado como forrajero cuándo: 1) Su nivel de nutrimentos es adecuado para promover cambios en los parámetros productivos. 2) Sus compuestos secundarios no afecten su consumo. 3) El árbol es tolerante a la poda. 4) El rebrote sea lo suficientemente vigoroso, para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible, por unidad de área (Sosa *et al.*, 2004).

La biomasa se presenta en 3 formas: frutos, principalmente legumbres, hojas que pueden ser cosechadas directamente por los animales de las ramas accesibles a ellos (follaje verde) y hojarasca constituida por las hojas que caen al suelo la cual equivale al heno natural disponible en la época seca (Jiménez, 2002; Benezra *et al.*, 2003; Pizzani *et al.*, 2006).

2.4.1. Servicios ecosistémicos

Recientemente los beneficios de los sistemas agroforestales se valoran a través del enfoque de los servicios ecosistémicos directos o de provisión para los humanos y servicios indirectos o de apoyo (para el ganado).

Entre los servicios directos destacan, el aporte de alimento (a través de los frutos), el remedio para algunas enfermedades, suministro de energía a través de la leña y material para la confección de muebles, para la construcción y utensilios. Los servicios ecosistémicos indirectos de las Especies Arbóreas Forrajeras Nativas Multipropósito (EAFNM) tienen un impacto económico en las Unidades de Producción Animal dado que, el follaje verde, la hojarasca y frutos aportan nutrientes para el ganado; también el follaje, frutos, corteza o raíz pueden remediar algunas enfermedades. Cuando el árbol mantiene su follaje de manera total o parcial proporcionan confort al animal, mismo que incrementa la producción ganadera; además la provisión de postes para cercos o cercas vivos cobra importancia, porque la reparación de cercos y linderos es la actividad más costosa en el sistema de ganadería extensiva del trópico seco michoacano.

Bajo este esquema han sido valoradas 101 especies arbóreas forrajeras multipropósito (EAFM), referidas por los ganaderos del municipio de Carácuaro, según el servicio que ofrecen a la población y al subsistema ganado (Gutiérrez *et al.*, 2011^a).

Las 101 especies arbóreas son consumidas por el ganado. El follaje verde, la hojarasca y fruto de 38 especies poseen concentraciones aceptables o altas de proteína, energía y fósforo, los últimos limitan en caso de deficiencia, los parámetros reproductivos del ganado. Nueve de las especies referidas se consideran medicinales para curar enfermedades de los animales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Utilización de los árboles como fuente de medicina para animales

Nombre científico	Nombre local	Parte utilizada	Padecimiento
<i>Crescentia alata</i>	Cirián	Fruto	Golpes
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cahulote	Hoja	Golpes
<i>Andira sp.</i>	Cáurica	Corteza	Sarna
		Fruto y corteza	Heridas
<i>Ziziphus amole</i>	Corongoro	Corteza	Heridas
<i>Caesalpinia coriaria</i>	Cascalote	Corteza	Heridas
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Corteza	Desparasitante y retención placentaria
<i>Pithecellobium dulce</i>	Pinzán	Corteza	Desparasitante
<i>Heliocarpus veletinus</i>	Guácima	Corteza	Retención placentaria
<i>Caesalpinia platyloba</i>	Frijolillo	Hoja y corteza	Purga

(González *et al.*, 2006^a)

El 28.7% de las EAFM proporcionan también confort animal al mantener su follaje total o parcial durante el año; el confort en el trópico incrementa la producción ganadera (Avilés-García *et al.*, 2011). Al respecto se han registrado diferencias de temperatura de hasta de 17 °C (26 °C vs 43 °C) debajo del árbol vs la intemperie. El 17.8 % de las especies proveen madera para postes de los cercos para la delimitación de potreros; mientras que 14.9 % funcionan como cercas vivas; esta provisión cobra importancia, porque la reparación de cercos y linderos es la actividad más costosa en el sistema de ganadería extensiva.

Los servicios ecosistémicos de provisión para los habitantes a través de las EAFNM se expresa al aportar 37.6% frutos para el consumo humano; 68% de ellas, leña para combustible; 15% le proporcionan madera para la confección de herramientas de trabajo, muebles y utensilios; mientras que 25.7% se utilizan para combatir enfermedades a los habitantes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Árboles medicinales para humanos referidos por los productores de Tierra Caliente Michoacán, México

Nombre científico	Nombre local	Parte utilizada	Padecimiento(s)
<i>Pithecellobim acatlense</i>	Asinchete	Raíz y corteza	Diarrea; desintoxicante; tifoidea
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Brasil	Corteza	Problemas de corazón y colesterol
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cahulote	Hoja Hoja y fruto	Indigestión Problemas de riñón
<i>Mastichodendron capiri</i>	Capire	Hoja	Diabetes
<i>Combretum farinosum</i>	Carape	Hoja	Indigestión
<i>Caesalpinia coriaria</i>	Cascalote	Corteza	Problemas de riñón
<i>Andira sp.</i>	Cáurica	Corteza	Hepatitis
<i>Randia echinocarpa</i>	Chacua	Raíz Hoja	Problemas de riñón Golpes
<i>Cordia sp</i>	Chirimo	Hoja	Problemas de riñón, hepatitis
<i>Cyrtocarpa procera</i>	Chucumpú	Hoja	Problemas de riñón
<i>Diphysa minutifolia</i>	Churi	Corteza	Gastritis
<i>Crescentia alata</i>	Cirián	Fruto Corteza	Golpes Problemas respiratorios
<i>Ziziphus amole</i>	Corongoro	Corteza	Problemas de corazón y colesterol, gastritis, heridas
<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalalate	Corteza	Hepatitis
<i>Simira mexicana</i>	Cucharillo	Corteza	Diabetes
<i>Cordia elaeagnoides</i>	Cueramo	Corteza	Problemas respiratorios
<i>Heliocarpus velutinus</i>	Guácima	Corteza	Problemas respiratorios y de riñón
<i>Acacia acatlensis</i>	Hediondillo	Corteza	Diabetes
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	Hoja	Gastritis
<i>Lysiloma tergeminum</i>	Palo blanco	Hoja	Gastritis
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	Hoja	Hepatitis
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Panicua	Tronco	Hepatitis
<i>Pithecellobium dulce</i>	Pinzán	Corteza y hoja	Diabetes
<i>Randia watsoni</i>	Tecuche	Corteza	Problemas respiratorios

N/C= Especies no clasificadas

(González *et al.*, 2006^a).

La utilización de arbustos y árboles como fuente forrajera ha recibido considerable atención, destacándose las siguientes ventajas: disponibilidad en las granjas; proporcionan variedad a la dieta; influencia laxativa en el tracto digestivo; reducen costos de alimentación y son fuente de nitrógeno, energía, minerales y vitaminas (Urbano y Dávila, 2005).

2.5 Especies arbóreas forrajeras referidas por los ganaderos

Productores de grupos ganaderos de los municipios de San Lucas, Huetamo, Tuzantla, Tiquicheo de Nicolás de Regules, Carácuaro, Nocupétaro (González *et al.*, 2006^a), La Huacana (Quintana *et al.*, 2011), Tumbiscatio, Tepalcatepec (Gutiérrez *et al.*, 2011^b); Madero y Tzitzio (Gutiérrez *et al.*, 2013), (Figura 1) del estado de Michoacán refieren a la fecha 172 (EAFM), útiles para el ganado, con importancia económica y social.

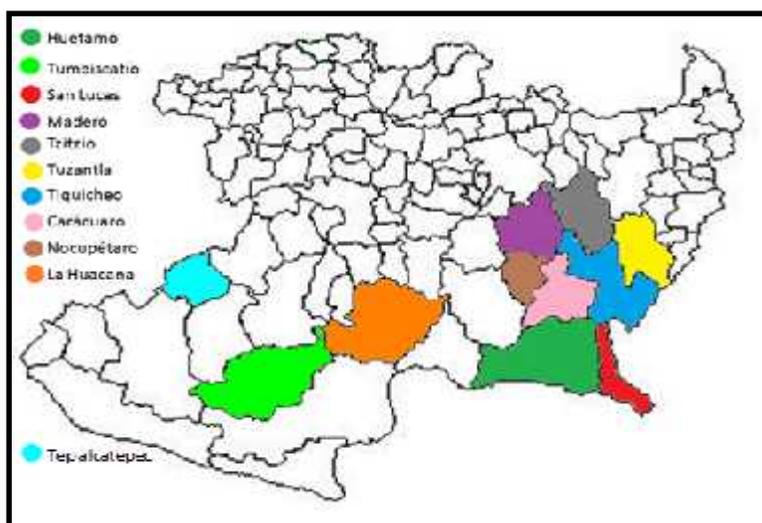


Figura 1. Municipios del estado de Michoacán con inventarios de especies arbóreas forrajeras multipropósito. (Gutiérrez *et al.*, 2013).

Se han identificado 30 EAFM de la familia Leguminosae; el pinzán (*Pithecellobium dulce*) es una de las más mencionadas. De la familia Anacardiaceae se incluyen cinco géneros de EAFM; también cinco géneros de la familia Rubiaceae (González *et al.*, 2006^a; Ávila *et al.*, 2007; González *et al.*, 2007 y Quintana *et al.*, 2011). El brasil (*Haematoxylon brasiletto*), ciruelo (*Spondias purpurea*) y chacúa (*Randia echinocarpa*) son ejemplos de las familias Leguminosae, Anacardiaceae y Rubiaceae respectivamente (Fotografías 1, 2 y 3).

En el (Cuadro 3), se muestran algunas de las especies arbóreas que ya han sido identificadas y evaluadas en la región de Tierra Caliente, Michoacán.



Fotografía 1.
Haematoxylon brasiletto

Fotografía 2.
Spondias purpurea

Fotografía 3.
Randia echinocarpa

Cuadro 3. Composición química de follaje verde y hojarasca (% en base seca) de especies arbóreas con potencial forrajero en la Región de Tierra Caliente Michoacán, México

Nombre científico	Familia	Nombre común	PC	Ca	P	FDN	FDA	Fenoles	Taninos
<i>Acacia acatensis</i>	Leguminosae	Hediondillo	10.9	1.8	0.2	21.3	29.3	2.5	3.2
<i>Acacia macilenta</i>	Leguminosae	Cuindira	19.0	0.9	0.3	48.6	42.8	1.58	1.91
<i>Amphipterygium adtringens</i>	Julianaceae	Cuachalalate	16.9	1.5	0.9	28.5	51.3	32.25	6.99
<i>Andira inermis</i>	Leguminosae	Quiringuica	17.6	1.0	1.19	32.7	32.2	3.37	1.28
<i>Andira sp.</i>	Leguminosae	Caurica	13.3	1.2	0.2	24.4	32.5	0.66	1.38
<i>Bauhinia ungalata</i>	Leguminosae	Pata de venado prieto	18.8	0.6	0.8	35.2	48.1	24.2	4.5
<i>Bumelia socorrens</i>	Sapotaceae	Zapotillo	14.4	1.9	1.2	24.6	35.2	6.25	44.8
<i>Buncosia sp.</i>	Malpigiaceae	Nanche rojo	19.2	1.1	1.5	26.2	39.5	1.4	3.2
<i>Bursera heteresthes</i>	Buseraceae	Copal	13.1	0.4	0.4	22.8	38.4	3.86	8.08
<i>Caesalpinia coriaria</i>	Leguminosae	Cascalote	14.2	1.6	0.2	12.1	26.7	2.56	5.25
<i>Caesalpinia platyloba</i>	Leguminosae	Frijolillo	19.8	1.7	1.2	14.0	36.1	4.56	10.25
<i>Capparis indica</i>	Caparaceae	Colorín	20.8	2.2	1.7	34.1	43.6	0.41	0
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae	Pánicua	17.3	1.4	0.2	20.8	29.2	28.58	10.06
<i>Combretum farinosum</i>	Combretaceae	Carape	14.0	1.6	0.2	18.0	27.7	1.9	3.3
<i>Comocladia engleriana</i>	Anacardiaceae	Chupire	12.8	1.8	0.7	23.7	30.2	5.19	0.1
<i>Cordia elaeagnoides</i>	Boraginaceae	Cueramo	17.3	0.9	0.3	9.7	16.4	0	0.46
<i>Cordia sp.</i>	Boraginaceae	Chirimo	18.9	0.7	0.1	38.3	44.8	0	0.48
<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae	Cirián	10.7	1.0	0.1	16.0	25.5	0	0.46
<i>Dalbergia congestiflora</i>	Leguminosae	Campinchirán	15.7	1.5	0.9	18.8	46.5	0.86	0.14
<i>Diphysa minutifolia</i>	Leguminosae	Churi	7.0	0.8	0.2	27.5	40.7	1.61	1.89
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Leguminosae	Parota	15.3	2.8	0.3	21.0	32.4	20.1	2.9
<i>Erythroxylon compactum</i>	Erythroxilaceae	Huichucuta	17.1	0.6	0.3	17.0	33.7	1.95	1.57
<i>Exostema caribaeum</i>	Rubiaceae	La quina	15.5	1.5	1.1	33.9	43.1	1.02	0
<i>Ficus cotinifolia</i>	Moraceae	Ceiba negra	15.0	1.0	0.7	25.3	37.0	23.34	7.08
<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	Ceiba g icha	19.1	2.9	0.2	38.9	51.4	0.86	1.11
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Cahulote	13.3	1.2	0.1	21.8	32.3	6.58	1.53
<i>Gyrocarpus</i>	Hernandiaceae	Támbula	22.7	0.9	1.20	23.7	45.3	1.03	0.32

<i>jatrophifolius</i>										
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Leguminosae	Brasil	11.6	0.7	0.1	22.5	31.5	7.98	6.04	
<i>Heliocarpus velutinus</i>	Tiliaceae	Guácima	18.0	1.7	0.2	12.9	21.3	6.29	24.28	
<i>Jacaratia mexicana</i>	Caricaceae	Bonete	27.1	3.1	0.2	17.1	29.5	0	0.7	
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leguminosae	Guaje	11.1	0.6	0.5	31.7	47.7	11.31	6.58	
<i>Lysiloma acapulcencis</i>	Leguminosae	Tepehuaje	14.6	2.7	0.70	18.3	34.6	8.82	23.28	
<i>Lysiloma divaricata</i>	Leguminosae	Cuitás	11.1	0.6	0.4	18.0	24.7	6.41	6.47	
<i>Lysiloma tergeminum</i>	Leguminosae	Palo blanco	9.7	0.9	0.1	35.6	41.3	0.8	3.0	
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Mango	11.8	1.5	0.9	23.7	36.1	8.1	2.7	
<i>Mastichodendron capiri</i>	Sapotaceae	Capire	18.3	1.6	0.2	17.1	32.0	0	0.61	
<i>Parmentiera aculeata</i>	Bignoniaceae	Cuajilote	15.1	2.6	1.8	30.3	45.9	0.4	0	
<i>Pithecellobium acatlense</i>	Leguminosae	Asinchete	12.6	0.5	0.1	21.8	30	2.4	1.41	
<i>Pithecellobium dulce</i>	Leguminosae	Pinzán	19.5	1.4	0.3	15.0	31.8	1.26	1.47	
<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	Leguminosae	Granadillo	17.7	1.8	1.1	30.8	46.6	9.3	4.5	
<i>Prosopis laevigata</i>	Leguminosae	Mezquite	15.8	0.9	0.1	14.2	37.9	3.2	2.0	
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	Escobetillo	13.3	1.1	0.3	27.4	43.7	24.1	4.0	
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Guayabo	12.0	0.3	0.7	18.8	21.0	7.2	30.96	
<i>Pterocarpus arbiculatus</i>	Leguminosae	Sangregado	17.5	1.0	1.2	13.9	37.3	0	0.46	
<i>Randia echinocarpa</i>	Rubiaceae	Chacua	8.7	1.8	0.2	24.7	34.5	0.13	1.06	
<i>Randia sp.</i>	Rubiaceae	Crusillo	12.9	1.8	0.9	30.6	30.2	0.8	0	
<i>Randia watsoni</i>	Rubiaceae	Tecuche	14.8	0.8	0.56	17.3	46.3	0.05	0.7	
<i>Senna skinneri</i>	Leguminosae	Parácata	14.2	2.2	1.1	20.8	29.2	6.9	2.5	
<i>Simira mexicana</i>	Rubiaceae	Cucharillo	19.9	1.7	0.4	32.5	38.0	31.29	7.58	
<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	Ciruelo	13.9	1.3	0.7	38.1	54.7	9.22	1.96	
<i>Stemmadenia obovata</i>	Apocynaceae	Chiquilillo	25.0	1.2	0.3	21.0	62.1	0.87	0	
<i>Swietenia humilis</i>	Meliaceae	Cómano	11.4	1.3	0.8	26.9	41.3	2.28	5.05	
<i>Tabebuia palmeri</i>	Bignoniaceae	Cañafistula	18.4	1.4	1.3	16.3	32.3	1.23	0	
<i>Thevetia ovata</i>	Apocynaceae	Camín	15.6	1.3	1.2	30.9	41.5	0.88	0	
<i>Vitex hemsleyi</i>	Verbenaceae	Querengue	11.8	0.4	1.0	23.1	42.7	1.89	0	
<i>Vitex mollis</i>	Verbenaceae	Atuto	12.2	1.5	0.9	37.0	47.2	3.0	2.3	
<i>Xylosma sp.</i>	Flacourtiaceae	Palo santo	10.3	2.7	1.4	22.2	39.8	7.89	45.38	
<i>Ziziphus amole</i>	Ramnaceae	Corongoro	18.3	1.7	0.3	29.8	42.3	4.38	1.17	
N/C	Erythroxilaceae	Ocotillo	18.3	1.6	1.3	16.2	26.5	1.6	2.2	
N/C	Leguminosae	Trébol	24.4	1.5	0.90	17.3	46.3	1.74	0	
N/C	Leguminosae	Zacapu	20.3	2.2	1.1	18.3	34.6	0.56	0.03	
Anacardiaceae	Cyrtocarpa procera	Chucumpú	13.7	1.5	0.8	30.5	41.4	10.43	17.08	
N/C		Cuincanchire	12.2	2.1	0.9	28.5	40.7	9.34	1.71	
N/C		Cuirindal	7.9	0.4	1.3	39.4	52.9	8.11	23.21	
N/C		Guayabillo	16.6	2.3	2.1	32.6	35.9	5.29	12.03	
N/C		Olivo	11.3	0.8	0.3	38	36	0.93	0	

N/C= Especies y familias no clasificadas

(González et al., 2007; Ávila-Ramírez et al., 2007).

2.6 Clasificación taxonómica

A nivel mundial el número de vegetales existente es considerable y aunado a que presentan entre sí gran variedad de formas, ha sido imprescindible clasificarlas. La parte de la botánica que se encarga de ello es la *Taxonomía*, que quiere decir *ordenación o clasificación*, la cual clasifica al reino vegetal en divisiones; cada división se separa en clases, a su vez las clases se subdividen en subclases, éstas en familias, las que se dividen en géneros, y por último éstos quedan divididos en especies (Jones, 1987).

La unidad básica de la clasificación es la especie. La nomenclatura para designar a las especies tanto vegetales como animales recibe por su estructura el nombre de binaria o “linneana” en honor a su autor Carlos Linneo (1707-1778). Ésta consiste en designar a una planta con dos palabras que constituyen el nombre técnico, de las cuales, la primera corresponde al género y la segunda a la especie; estas dos palabras están formadas generalmente del latín o del griego pero pueden proceder de otros idiomas (Jones, 1987).

En ocasiones puede suceder que una especie sea designada con nombres distintos por dos o más autores, constituyendo lo que se llama sinonimia de la especie.

El nombre científico representa el fin de todo un proceso de clasificación, basado éste en las características morfológicas de una especie, en conjunción con todo un sistema de ordenación. La utilidad de los nombres científicos estriba en que permite identificar sin error la especie de que se trate, mientras que un nombre común puede aplicarse a varias especies distintas. El asociar el nombre científico de una especie con los comunes que pueda tener permitirá darle un valor agregado a la información (Barrera, 1976).

Por su parte, el conocer las diversas formas de la vegetación natural, las principales características de su hábitat y las zonas geográficas donde se encuentran, permitirá tener una aproximación al entorno donde la actividad agroforestal se desarrolla.

2.7 Valoración de un alimento

El valor nutritivo de los alimentos está en función de la habilidad de proveer energía, nutrientes necesarios y la respuesta del animal al alimento es dependiente de la compleja interacción de la composición de la dieta, su preparación y su valor nutritivo.

Valor nutritivo: Los actuales sistemas de valoración de alimentos emplean el concepto de valor nutricional como una combinación de la composición en nutrientes de un alimento y del modo en que estos nutrientes son asimilados por los diferentes tipos de animales, en los cuales, se manifieste una máxima eficiencia productiva (Shimada, 2010). El valor nutricional de los alimentos está clasificado en tres componentes: digestibilidad, consumo de alimento y eficiencia energética. La aplicación práctica de la evaluación de alimentos indica que estos pueden variar y la respuesta animal puede ser reproducible en términos comparativos.

Consecuentemente, la digestibilidad aparente puede ser considerada como el balance del alimento menos las heces, mientras que la digestibilidad verdadera es el balance entre la dieta y los residuos del alimento en las heces, exclusivamente en los productos metabólicos. Por lo tanto, al calcular las pérdidas a través de la orina, heces y gas metano, de la dieta se pueden estimar las sustancias metabólicas y energía disponible para el animal; para evaluar el consumo de alimento se realizan pruebas de palatabilidad y de consumo (Van Soest, 1994).

La calidad de los alimentos es variable dependiendo de sus características físicas, las cuales son independientes de su composición química. Los factores como densidad calórica, solubilidad en el líquido ruminal, capacidad buffer, propiedades de superficie en partículas fibrosas y tamaño de la partícula tienen influencia en los efectos fisiológicos de la ingesta sobre el sistema digestivo.

2.8 Composición químico-nutricional de las especies arbóreas forrajeras

Un gran número de árboles forrajeros, se caracterizan por tener alto contenido de proteínas y alta tasa de digestibilidad (García, 2004^a).

González *et al.*, (2006^b, 2007), estudiaron la composición química de 67 especies arbóreas; de éstas, 97% presentan valores superiores a 8% de proteína cruda, una de las características necesarias para que se consideren como árboles forrajeros (Cuadro 3).

La diferencia entre los valores de proteína cruda (PC), pueden atribuirse a varios factores como: el tipo de suelo, estado fenológico de la planta, cercanía a fuentes de agua, entre otros (Sosa *et al.*, 2004). La especie arbórea es fundamental en la variación de la proteína y demás compuestos químicos.

Se especula que 46.2 % de las especies evaluadas presentan niveles aceptables de digestibilidad (González *et al.*, 2007). En general, la digestibilidad del material vegetativo en el rumen está relacionado con la proporción de paredes celulares y se considera que especies arbóreas con contenidos de 20 a 35 % de FDN, tienen altos niveles de digestibilidad (Sosa *et al.*, 2004).

La falta de minerales en el suelo, produce pastizales pobres en minerales, que ocasiona una serie de alteraciones funcionales como la infertilidad de la vaca, por ejemplo (Salamanca, 2010). En la región de Tierra Caliente, la complementación mineral cotidiana es la proporcionada por sal común, pocos productores tiene el manejo adecuado de sales minerales que proporcionen los minerales necesarios.

El contenido de fósforo en las EAFM, cobra importancia, por ser el mineral de mayor costo en el mercado (Bauer *et al.*, 2009), además de ser un mineral no renovable. La relación de calcio-fósforo debe ser de 1.3:1.0. Minson (1967) señala valores medios de calcio de 10.1 y 14.2 g/kg de la materia seca para leguminosas

tropicales y valores de 3.7 y 3.8 g/kg de la materia seca para gramíneas. El Cuadro 3 contiene los % de P y Ca en EAF (González *et al.*, 2007).

La carencia de fósforo, puede causar aberraciones en el apetito como la pica o malasia e incrementar el riesgo de ciertas enfermedades infecciosas como el botulismo (Reinoso y Silva, 2010). Un exceso de fosfato en la dieta puede interferir en la absorción y el metabolismo del calcio, también disminuir la disponibilidad de otros minerales (Shimada, 2010).

2.9 Componentes antinutricionales de las especies forrajeras

En el trópico, la nutrición de los rumiantes se basa principalmente en el consumo de pastos, subproductos de cosechas y en menor grado, alimentos conservados como ensilajes y harinas. Un gran número de árboles forrajeros, fundamentalmente leguminosas, se utilizan como complemento en las dietas de los alimentos de mala calidad; estos se caracterizan por tener un gran contenido de proteínas y una alta tasa de digestibilidad (García, 2004^{ab}).

Se reconoce que existen algunos compuestos antinutricionales que pueden ser ingeridos por los animales, dependiendo del tipo y cantidad de forraje disponible que se encuentran presentes en este tipo de especies arbustivas demeritando el valor nutricional de estas fuentes alternas de alimentación (Reed, 1995). Los niveles de estas sustancias, varían con la parte de la planta, la especie, el cultivo, la variedad, las condiciones de crecimiento, las estaciones del año, sobre el valor nutritivo de los forrajes leguminosos (Gutiérrez *et al.*, 2003; Gutiérrez y Roa, 2003; Kamalak *et al.*, 2004).

Estos compuestos se catalogan como macromoléculas complejas, capaces de interferir en los procesos digestivos que afectan el consumo, el crecimiento y hasta el valor nutritivo de los mismos. Conocidos con el nombre de taninos, existen dos tipos de taninos: hidrolizables (TH) y condensados (TC), éstos últimos poseen

mayor capacidad de interacción con otras moléculas y afecta así la producción animal (Min *et al.*, 2003).

Los taninos son compuestos fenólicos secundarios de elevado peso molecular (500>20000), que se encuentran frecuentemente en frutas, árboles, en forrajeras templadas principalmente leguminosas, y otras especies como sorgo y maíz que se utilizan comúnmente en la alimentación del ganado (Otero e Hidalgo, 2004).

El tipo, y el contenido de esos y otros metabolitos secundarios, está influenciado por el genotipo de la planta (la especie y la variedad), las características ambientales (radiación solar y disponibilidad de agua), la velocidad de crecimiento, la madurez, la condición nutricional del suelo, la depredación y las enfermedades (Romero *et al.*, 2000). La presencia de éstos compuestos secundarios se presenta en mayor concentración en las especies de las leguminosas.

Los TC pueden llegar a producir efectos depresivos sobre el consumo, la digestibilidad de la materia seca y el nitrógeno, ya que provoca saciedad y limita por lo tanto, el consumo de materia seca (Gutiérrez *et al.*, 2003; Flores *et al.*, 2005). Sin embargo, niveles adecuados de taninos en la dieta protegen parte del N de la degradación ruminal y favorecen su utilización más eficiente en el tracto posterior. Por otra parte, disminuye la cantidad eliminada en la orina e incrementa la excreta en las heces, lo que puede tener efectos importantes en el suelo (Flores *et al.*, 2005).

También se ha demostrado el efecto benéfico de los TC en la reducción de parásitos nematodos, a través del contacto directo con el parásito provocando un efecto tóxico. Esto permite una alternativa en el control de infestaciones parasitarias en los trópicos y subtrópicos (Kim *et al.*, 2003; Torres-Acosta *et al.*, 2008), sin embargo, en altas concentraciones (5-10 % de MS), de taninos condensados en los forrajes deprimen el consumo y la digestibilidad del forraje. Mientras que, en menores concentraciones (2-4% de MS), podrían disminuir las

pérdidas de la proteína de la ingesta, producida durante la proteólisis por los microorganismos del rumen e incrementan la absorción intestinal de las proteínas (Otero e Hidalgo, 2004).

En un estudio previo González, (2006^b) reporta que el 52.23% de las EAF evaluadas presentan valores menores a 2% de taninos condensados, lo que permitiría utilizarlas sin esperar algún efecto negativo en el consumo por los animales. El 19.40% posee niveles de taninos entre 2 y 4%, estos podrían tener un efecto positivo en la utilización de proteína, reciclaje de urea, resultado como desparasitante y sobre la producción y sanidad animal.

Los taninos afectan el metabolismo proteico, precipitando las proteínas provenientes de la ingesta y favorecen su pasaje hacia el intestino delgado, donde son absorbidas; de igual manera, aumenta la eficiencia del reciclado de urea en el rumen, por disminución de la degradación y desaminación de proteínas, que reducen el amonio ruminal. La concentración de nitrógeno ureico, de amonio ruminal y la pérdida de nitrógeno es menor en animales que consumen niveles moderados de taninos en su dieta (Reed, 1995).

González, (2006^b), reporta que el 28.25% de los árboles referidos como forrajeros, presentan niveles de taninos mayores a 5%. Sosa *et al.* (2004), mencionan que las especies forrajeras con niveles de taninos mayores de 5% ocasionan una reducción en la ingesta de materia seca, lo que afecta la productividad de los animales. Esta disminución se debe al efecto de los taninos sobre la palatabilidad, lo que disminuye la digestión, la formación de complejos entre las proteínas salivales y taninos lo que provoca una sensación de astringencia que puede aumentar la salivación, disminuyendo la palatabilidad de las especies.

Los taninos reducen la tasa de fermentación y ocasiona un efecto de llenado del rumen, hasta situaciones más severas en las que se reduce la digestión de la fibra y del nitrógeno, también puede reducir la digestibilidad de las células de la pared

por adherirse a enzimas bacterianas o por formar complejos indigestibles con carbohidratos estructurales (Romero *et al.*, 2000; Sosa *et al.*, 2004; Kamalak *et al.*, 2004).

En el modelo agroforestal con tantas variedades de EAF, los rumiantes sin duda, poseen una gama de posibilidades para escoger las más palatables y pueden evitar o consumir hasta ciertos límites, los menos amargos o con menos taninos. La selección de un forraje presume diferenciaciones morfológicas y nutritivas en las plantas, generalmente, un animal hambriento es muy poco selectivo.

Resulta importante la determinación de la concentración de taninos y fenoles, donde se ha observado la biodiversidad de árboles forrajeros (González y Gutiérrez, 2005), con la finalidad de tener información de los contenidos de estos compuestos antinutricionales, que sirva para orientar a los productores en la toma de decisiones cuando realicen prácticas como la de aclareo de predios.

3.- JUSTIFICACIÓN

Existe amplia diversidad de especies arbóreas y arbustivas que son utilizadas por comunidades campesinas en los sistemas de producción; estos han comenzado a ser reconocidos a partir de los años 80's, especialmente en el marco de los proyectos de desarrollo rural actuales y constituyen un campo completo de investigación. En la selva baja caducifolia de Michoacán también se han iniciado este tipo de estudios (González *et al.*, 2006^a; Quintana *et al.*, 2011; Gutiérrez *et al.*, 2011^b; Gutiérrez *et al.*, 2013).

Por lo anterior, la evaluación del potencial forrajero de los bosques tropicales caducifolios, llamados también selva baja, es importante para la ejecución de prácticas productivas sustentables. Por lo que es necesario, ampliar el conocimiento de los árboles referidos como forrajeros, mediante la identificación taxonómica y valor nutricional.

4.- HIPÓTESIS

- 1.- Existe diversidad de especies arbóreas forrajeras aún no clasificadas que son utilizadas tradicionalmente con distintos fines en la Región de Tierra Caliente.
- 2.- Las especies arbóreas no identificadas en la selva baja caducifolia en los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas presentan potencial como fuente de forraje y alto contenido proteico y mineral para la ganadería.
- 3.- Los árboles forrajeros no identificados en la Región de estudio, en cuanto a su composición química presentan niveles moderados o aceptables de fenoles y taninos condensados.

5.-OBJETIVO GENERAL

Determinar la clasificación taxonómica y el valor nutricional de nuevas especies arbóreas forrajeras en la Región de Tierra Caliente, Michoacán.

5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Actualizar inventario de especies arbóreas forrajeras en los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas a través de la clasificación taxonómica y registrar la existencia de nuevas especies en la región.
- Precisar los usos alternos y/o tradicionales de los nuevos árboles forrajeros referidos en la región de estudio.
- Determinar el valor nutricional por medio del análisis químico-proximal de nuevas especies arbóreas de importancia para la ganadería en los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas.
- Determinar la concentración de los componentes antinutricionales: fenoles totales y taninos condensados en especies arbóreas con potencial forrajero de la región.

6.- METODOLOGIA GENERAL

El presente trabajo se divide en tres capítulos, los cuales están estructurados en forma de artículo y se dan a conocer de manera independiente.

En el capítulo I se identificó y se registró la diversidad de nuevas especies arbóreas nativas con potencial forrajero, así como los usos tradicionales, en la Región de Tierra Caliente, Michoacán. El estudio se realizó en diversas localidades de los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas. Se aplicaron encuestas a grupos de productores ganaderos de la Región y de manera específica se obtuvo información de los árboles referente a: parte comestible para animales (hoja verde o seca, fruto y flor), utilización de cercas vivas, leña, uso medicinal en animales y humanos y fabricación de herramientas.

En el capítulo II se evaluó la composición química de las especies arbóreas forrajeras que aún no habían sido valoradas ni identificadas en la Región de Tierra Caliente, Michoacán y que tienen importancia para la ganadería. Se tomaron muestras de follaje verde de tres individuos de cada especie, procurando que guardaran similitud en cuanto al tamaño, frondosidad y etapa fenológica.

En el capítulo III se determinó la concentración de fenoles totales y taninos condensados en los nuevos árboles identificados con potencial forrajero de la Región, mediante la técnica propuesta por Price and Butler (1997). Se tomaron muestras de follaje verde de tres individuos de cada especie, procurando que guardaran similitud en cuanto al tamaño, frondosidad y etapa fenológica.

6.1 Descripción Geográfica del área de estudio

El estado de Michoacán se localiza en el centro occidente de la República Mexicana, cuenta con 113 municipios y está dividido en 13 Distritos de Desarrollo Rural. Los municipios que constituyen el área de estudio son: Carácuaro, Huetamo y San Lucas (Fig. 2), pertenecientes al Distrito de Desarrollo Rural 093, que se

encuentra en la Región denominada Tierra Caliente en la parte sur oriental de Michoacán. La superficie total de la región comprende 651,529 ha; las principales actividades son la agricultura y la ganadería (INEGI, 2012).

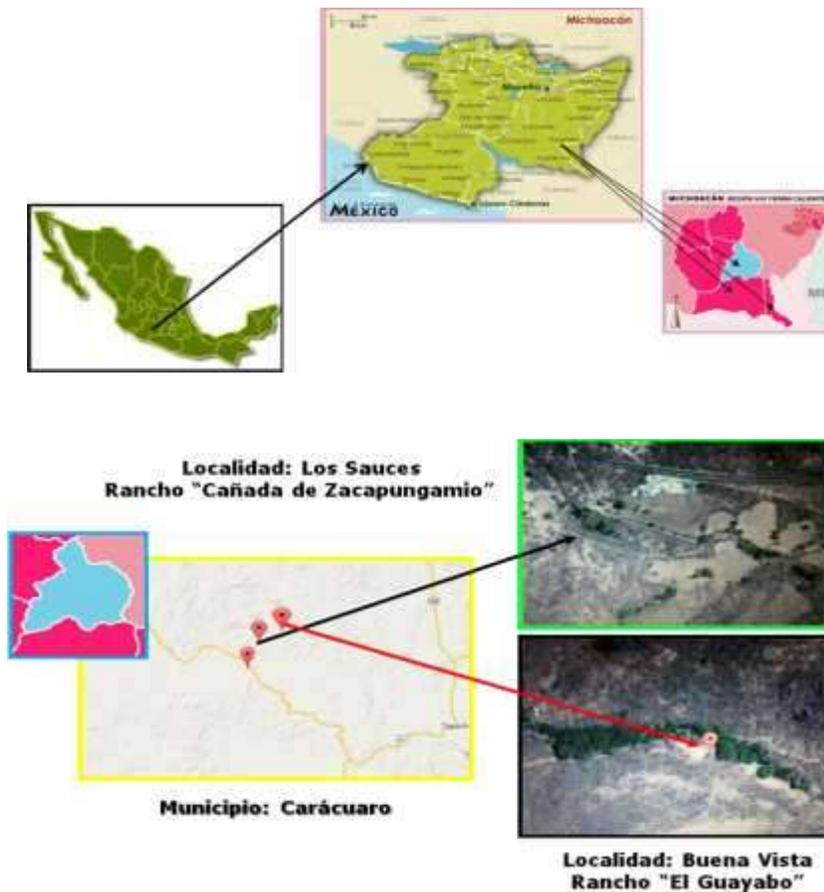


Figura 2. Área de estudio y muestreo, de las especies arbóreas forrajeras referidas por los ganaderos.

El clima predominante, pertenece al grupo de climas cálidos húmedos, con temperatura media anual mayor de 22°C y la de invierno de 18°C, en los meses de diciembre a enero. La temporada de lluvias comprende del 15 de junio al 30 de septiembre, con una precipitación media anual de 800 a 1,000 mm³ (INEGI, 2012).

6.2 Identificación de las especies arbóreas

Para identificar y registrar el conocimiento local de las especies de uso forrajero, se realizaron reuniones con Grupos Ganaderos de la Estrategia Pecuaria 2012-2013, constituidos en los diferentes municipios de la Región de Tierra Caliente (Carácuaro, Huetamo y San Lucas). Se aplicaron 45 encuestas, 15 por municipio, para obtener información de los árboles referente a: la parte comestible por los animales (hoja verde o seca, fruto y flor), su utilización como cercas vivas, como leña, su uso medicinal en animales y humanos y, la fabricación de herramientas y muebles.

6.3 Obtención de las muestras

Durante el período de lluvias (agosto a noviembre), en localidades cercanas entre sí; la ubicación de los árboles fue georeferenciada con GPS GARMIN Etrex 12 CHANNEL y se obtuvieron muestras de los árboles referidos como forrajeros. Para la identificación taxonómica se obtuvieron tres muestras de cada especie y se recolectaron las partes necesarias para su caracterización botánica (hoja, flor y fruto), las cuales, se conservaron en prensas botánicas para su posterior clasificación. Para el análisis de composición química, se tomaron muestras de follaje verde de tres individuos de cada especie, procurando que guardaran similitud en cuanto al tamaño, frondosidad y etapa fenológica.

6.4 Análisis de Laboratorio

A las muestras se les determinó cenizas y calcio y se estimó el contenido de materia orgánica (MO), mediante el método descrito por la AOAC (2005). Se determinó el porcentaje de proteína cruda (PC) por el Método de Dumas Equipo LECO Modelo FP-528. Por medio de la técnica descrita por Van Soest *et al.*, (1991), se evaluaron las fracciones de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) utilizando el Analizador de fibras Manual Operador ANKOM 200/220. La determinación de fósforo se realizó por el Método Colorimétrico de Murphy & Riley (1962).

7.- BIBLIOGRAFIA

Ávila-Ramírez, N. A., Ayala-Burgos A., Gutiérrez-Vázquez E., Herrera-Camacho, J., Madrigal-Sánchez, X y Ontiveros-Alvarado 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*. Colombia, 19 (6):1-11. <http://www.lrrd.org/lrrd19/6/avil19073>. Fecha de consulta: 01 junio de 2013.

Avilés-García, A. L., Guzmán-Paz, A. C., Juárez-Calderón, A. L., Morales-Rangel, K., Pérez-Contreras, A. P., Rojas-Sandoval, L. A. y Gutiérrez-Vázquez, E. 2011. Efecto de la sombra sobre el confort térmico en ganado bovino de Tierra Caliente. III Congreso Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Morelia y Tepalcatepec; Mich. 2 al 4 de marzo.

AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International*. 18th Edition. Revisión 1, 2006, AOAC International, Arlington, VA.

Barrera-Marín, A., Barrera-Vázquez, A. y López-Franco, R. Ma. 1976. *Nomenclatura Etnobotánica Maya. Una interpretación taxonómica*. INAH.

Bauer, D., Rush, I. y Rasby, R. 2009. *Minerales y vitaminas en bovinos de carne*. Extensión Educativa Universidad de Nebraska. http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/118-minerales_vitaminas-Nebraska.pdf. Fecha de consulta: 12 de abril de 2013.

Benavides, J. E. 1999. Utilización de la morera en sistemas de producción animal. En: *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Conferencia electrónica, FAO, Roma Italia, p. 275-294. <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afirs/español/document/agrofor1/Bnvdes12.htm>. Fecha de consulta: 18 de abril de 2013.

Benavides, J. E. 1999^a. 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. 367-394.

Benezra, S. M., Cecconello, G. y Camacho, de T. F. 2003. Selección de especies leñosas en un bosque seco tropical para vacunos adultos usando análisis histológico fecal. *Zootecnia Tropical*. 21(1):73-85. <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt2101/arti/mbenezra>. Fecha de consulta: 24 de marzo de 2013.

Cárdenas, M. J. V. 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.

Carranza M. M. A, Sánchez V .R. L, Pineda L. M. R. y Cuevas, G. R. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, México. *Agrociencia* 2(37):203-210. <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2003/mar-abr/art-11.pdf>. Fecha de consulta: 12 de abril de 2013.

Carvajal, A. J. J. 2005. Establecimiento de postes de Chacah (*Busera smaruba* L. Sarg.) como cerco vivo. *Livestock Research for Rural Development*. 17 (2) p. 1-10. <http://www.lrrd.org/lrrd17/2/carv17022>. Fecha de consulta: 01 de mayo de 2013.

Comisión Forestal del Estado, 2013. <http://cofom.michoacan.gob.mx/>. Fecha de consulta: 18 de julio de 2013.

Contino, E. Y., Ojeda, G. F., Herrera, G. R., Altunaga, P. N. y Pérez, R.M. G. 2008. Comportamiento productivo de cerdos mestizos en ceba alimentados con follaje fresco de *Morus alba* como sustituto parcial del concentrado comercial. *Zootecnia Tropical*. 26(3):391-394.

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México (FIRA). 1997. Oportunidades para el desarrollo de la ganadería productora de carne en México. Sistemas de producción por regiones ecológicas. México 30 (295):18-35.

Flores, O., Ibrahim, M., Kass, D. y Andrade, H. 2005. El efecto de los taninos en especies leñosas forrajeras sobre la utilización de nitrógeno por bovinos. Revista Agroforestería en las Américas. p. 1-5.

García, D. E. 2004^a. Los metabolitos secundarios de las especies vegetales. Pastos y Forrajes. 27(1):1-12.

García, D. E. 2004^b. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. Pastos y Forrajes. 27(2):101-113.

Giraldo, J., Sinisterra, J. A. y Murgueitio, R. E. 2011. Árboles y arbustos forrajeros en policultivos para la producción campesina: Bancos Forrajeros Mixtos. LEISA revista de Agroecología. http://leisa-al.org/site/Revistas/Articulo/253751/Html/arboles-y-arbustos-forrajeros-en-policultivos-para-la-produccion-campesina-bancos-forrajeros-mixtoskeepThis=true&TB_iframe=true&height=500&width=600. Fecha de consulta: 28 de abril de 2013.

González, G. J. C., Madrigal, S. X., Ayala, B. A., Juárez, C. A. y Gutiérrez, V. E. 2006^a. Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la Región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán México. Livestock Research for Rural Development. Colombia, 18 (08):1-13. <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109>. Fecha de consulta: 12 de abril de 2013.

González, G. J. C., Ayala, B. A. y Gutiérrez, V. E. 2006^b. Determinación de fenoles totales y taninos condensados en especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México. Livestock Research for Rural Development. Colombia, 18 (11):1-9. <http://www.lrrd.org/lrrd18/11/guti18152>. Fecha de consulta: 08 de abril de 2013.

González, G. J. C., Ayala, B. A. y Gutiérrez, V. E. 2007. Chemical composition of tree species with forage potential from the region of Tierra Caliente, Michoacán, México. Cuban Journal of Agricultural Science. 41(1):81-86. <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/moli20195>. Fecha de consulta: 10 de abril de 2013.

González, G. J. C. y Gutiérrez, V. E. 2005. Usos tradicionales de algunos árboles forrajeros de la Región de Tierra Caliente Michoacán. II Encuentro Nacional de Ecotecnias. Morelia, Michoacán. 7-10 junio de 2005. Fecha de consulta: 21 de enero de 2015.

Gutiérrez, V. E., Villaseñor, A. A., Cancino, M. R., Lemus, O. E. y Madrigal, S. X. 2003. Contenido de compuestos fenólicos en arbustos y árboles forrajeros en San Lucas Michoacán. XIV Encuentro de Investigación Pecuaria y Producción Animal. Morelia, Michoacán. p. 182-186.

Gutiérrez, R. y Roa, M. L. 2003. Determinación de algunos compuestos químicos en cuatro plantas arbóreas forrajeras. Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria 16(3):155-161.

Gutiérrez, V. E., Juárez, C. A., Salas, R. G., Villalba, S. C. A., Rojas, S. L. A. y Gutiérrez, M. O. 2011^a. Servicios Ecosistémicos en los agostaderos del trópico mexicano: El caso de las especies arbóreas nativas forrajeras multipropósito en Carácuaro, Mich. II Congreso Internacional Servicios Ecosistémicos en los Neotrópicos. Asunción, Paraguay. 26 de noviembre al 2 de diciembre. p 22.

Gutiérrez, V. E., Rojas, S. L. A. Villalba, S. C. A., Hernández, M. G. I. y Guzmán, P. A. C. 2011^b. Referencia de especies arbóreas forrajeras (EAF) en el municipio de Tepalcatepec Michoacán. III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XXI. Morelia y Tepalcatepec, Mich. 2 al 4 de marzo. pp. 290-292.

Gutiérrez, V. E., Ávila, R. N. A., González, G. J. C., Hernández, M. G. I., Juárez C. A. y Quintana, B. B. 2013. Usos y potencial forrajero de las especies arbóreas del trópico seco en el estado de Michoacán. Tercer Simposio Internacional sobre Producción Animal. Universidad Autónoma del estado de México. 6 y 7 de mayo.

Hernández, R. R. y Ponce, C. P. 2004. Efecto del Silvopastoreo como sistema de explotación bovina sobre la composición de la leche. *Livestock Research for Rural Development*. 16(6):1-4. <http://www.lrrd.org/lrrd16/6/hern16043>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2013.

Ibrahim, M. X. y Camargo, J. C. 2001. ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? *Agroforestería en las Américas*. 8(32):35-41.

INEGI 2012. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Carácuaro y Huetamo, Michoacán de Ocampo. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geográficos>. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2013.

Jaimes, P. H. Navarro, P. H. Lázaro, S. M. H. González, G. J. C. Villaseñor, A. A. Madrigal, S. X. y Gutiérrez, V. E. 2003. Identificación del nombre científico y composición química de algunos árboles forrajeros del municipio de San Lucas, Michoacán. XIV Encuentro de Investigación Pecuaria y Producción Animal. Morelia, Michoacán. p. 282-287.

Jiménez, G. R. 2002. Capacidad productiva de los sistemas silvopastoriles en Chilpancingo México. 1er. Simposio Internacional Producción Animal Sustentable. Acapulco, Gro. 21-23 Febrero. p. 426 – 429.

Jones B. y Jr. S. 1987. *Sistemática Vegetal*. Mc Graw Hill. 2nd edition.

Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, Y., Ozay, O., Ozkan, C. O. and Sakarya, M. 2004. Chemical composition and *in vitro* gas production characteristics of several tannin containing tree leaves. *Livestock Research for Rural Development*. 16(6). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/6/kama16044>. Fecha de consulta: 06 de junio de 2013.

Kim, L. N., Preston, T. R., Van, B. D. and Duy, L. N. 2003. Effects of tree foliage compared with grasses on growth and intestinal nematode infestation in confined goats. *Livestock Research for Rural Development*. [http://www.lrrd.org/lrrd15/6/lin156.15\(6\).](http://www.lrrd.org/lrrd15/6/lin156.15(6).) p.1-11. Fecha de consulta: 28 de febrero de 2015.

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. *Agroforestería para la producción animal*. FAO. 143. Roma. p. 07-122.

Macedo, A., Gutiérrez, E. y Salas, G. 2007. Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales de melaza urea en vacas anéstricas en Carácuaro, Michoacán. México. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. 18 (11):1-13. <http://www.lrrd.org/lrrd18/11/macc18156>. Fecha de consulta: 15 de mayo de 2013.

Min, B. R. Barry, T. N., Attwood, G. T. y 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. Fecha de consulta: 06 de febrero de 2015.

Minson, D. J. 1967. The voluntary intake and digestibility, in sheep, of chopped and pelleted *Digitaria decumbens* (pangola grass) following a late application of fertilizer nitrogen. *British Journal Nutrition*. 21:587. http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN21_03%2FS0007114567000649a.pdf&code=df4faea93a5eb7ba7fc0936b8a4b398c. Fecha de consulta: 15 de febrero de 2015.

Molina, M. V. M., Gutiérrez, V. E. y Herrera, C. J. 2007. Manejo productivo de la ganadería bovina en la región de Tierra Caliente de Michoacán. I Congreso Regional de Buiatría. Morelia, Mich. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UMSNH.

Molina-Mercado, V. M., Gutiérrez-Vázquez, E., Herrera-Camacho, J., Gómez-Ramos, J., Ortiz-Rodríguez, R. y Santos-Flores, J. 2008. Caracterización y modelación gráfica de los sistemas de producción bovina en Tierra Caliente, Michoacán: 1. Bovinos productores de carne. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia, 20 (2):1-9. <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/moli20195>. Fecha de consulta: 17 de junio de 2015.

Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development*. 15(10):1-16. <http://www.lrrd.org/lrrd15/10/murg1510>. Fecha de consulta: 30 de mayo de 2013.

Murphy, J. and Riley, J. P. (Update on 03-27-03 by Bob Snyder), Taken from: A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters, *Analysis Chemical. Acta*, (2781962). p. 31-36. Fecha de consulta: 29 de enero de 2015.

Osuna, S. O. 2002. La problemática de la ganadería en México. IX Encuentro Nacional de Legisladores del Sector Agropecuario (Memorias). Culiacán, Sinaloa. México. p. 86-90.

Otero, M. J. e Hidalgo, L. G. 2004. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales. *Livestock Research for Rural Development*. <http://www.lrrd.org/lrrd16/2/oter1602>. 16(2):1-17. Fecha de consulta: 03 de marzo de 2015.

Palma, J. M. 2005. Los árboles en la ganadería del trópico seco. *Avances de Investigación Agropecuaria*. 9(1). Enero-abril, 2005. Universidad de Colima, México. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83709101>. Fecha de consulta: 21 de marzo de 2013.

Pizzani P., Matute I., Martino G., Arias A., Godoy S., Pereira I., Palma J. y Rengifo M. 2006. Composición fotoquímica y nutricional de algunos frutos de árboles de

interés forrajero de los llanos centrales de Venezuela. Revista Ciencia Veterinaria. 47(2):105-113.

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

Quintana, B. B., Ávila, R. N. A. y Gutiérrez, V. E. 2011. Árboles con potencial forrajero del municipio de La Huacana Michoacán. III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XXI. Morelia y Tepalcatepec, Mich. 2 al 4 de marzo. pp. 293-295.

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

Reinoso, O. y Silva, S. 2010. El uso de sales minerales Suplementación mineral en ganado de carne. <http://vademecum.com.uy/articulos-tecnicos/bovinos-articulos-tecnicos/el-uso-de-sales-minerales-suplementación-mineral-engañado-de-carne>. Fecha de consulta: 12 de junio de 2013.

Roldán V., Gasparotti, M., Luna, M., Piérola, F., Sola, J., Papel, C. y Pinto, M. 2005. Estudios comparativos de perfiles metabólicos minerales de vacas lecheras gestantes pertenecientes a la región centro de Santa Fe. Facultad de Ciencias Veterinarias. Esperanza-Santa Fe. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121205/120503.pdf>. Fecha de consulta: 01 de julio de 2013.

Romero, L. C. E., Palma, G. J. M. y López, J. 2000. Influencia del pastoreo en la concentración de fenoles y taninos condensados en *Gliricidia sepium* en el trópico seco. Livestock Research for Rural Development 4(12):1-9 <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/rome124>. Fecha de consulta: 04 de junio de 2013.

Rosales, M. M. 1999. Mezclas de forrajes: uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. Sánchez, D. M. y Rosales, M. M. (Editores).

Agroforestería para la Producción Animal. F.A.O. Roma. p. 201- 230. <http://lead-es.virtualcentre.org/es/ele/conferencia1/Rosales9>. Fecha de consulta: 24 de marzo de 2013.

Salas, G. 2007. Efecto de la suplementación con grasa de By-Pass sobre el perfil lipídico, concentraciones plasmáticas de progesterona y el reinicio de la actividad ovárica posparto de vacas Indobrasil en el trópico seco de Michoacán. Tesis de Doctorado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. p. 1-85.

Salamanca, A. 2010. Suplementación de minerales en la producción bovina. REDVET Revista Electrónica de Veterinaria. 11(09). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090910>. Fecha de consulta: 02 de mayo de 2013.

Sánchez, M. D. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical Sánchez, D. M. y Rosales, M. M. (Editores). Agroforestería para la Producción Animal. F.A.O. 143. Roma. p.1-36. <http://www.lead.virtualcenter.org/es/ele/conferencia1/sanchez1>. Fecha de consulta: 20 de marzo de 2013.

Sánchez, R. G. y Sánchez, V. A. 2005. La Ganadería bovina del estado de Michoacán. Edit. Fundación Produce Michoacán, A. C. p. 37-76.

Saray, S. y Crespo, G. 2004. Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas puras e intercaladas con leucaena. Pastos y Forrajes. 27(4):347-353.

Savón, I. Mora, L. M. Dihigo, L. E., Rodríguez, V., Rodríguez, Y., Scull, I., Hernández y Ruiz, T. E. 2008. Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto intestinal de cerdos en crecimiento ceba. Zootecnia Tropical. 26(3): 391-394.

Sebata, A. Ngongoni, N. T. Mupangwa, J. F. Nyakudya, W. I. and Dube, J. S. 2005. Chemical composition and degradation characteristics on puncture vine (*Tribulus terrestris*) Tropical and Subtropical Agroecosystem. 5:85-89.

Shimada, M. 2010. Nutrición animal. Segunda edición. Editorial Trillas, México D.F. p. 187-204.

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. México. 42(2):129-144.

Torres-Acosta, J. F., Alonso-Díaz, M. A., Herve, H., Sandoval-Castro, C. A. y Aguilar-Caballero, A. J. 2008. Efectos negativos y positivos del consumo de forrajes ricos en taninos en la producción de taninos. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 9(2008):83-90.

<http://www.veterinaria.uady.mx/publicaciones/journal/vol-9-amca/Torres%208.pdf>.

Fecha de consulta: 21 de julio de 2015.

Urbano, D. y Dávila, C. 2005. Leguminosas arbóreas para optimizar la producción de leche y carne. En González C. y Soto E. (eds.). Manual de Ganadería Doble Propósito. Fundación GIRARZ. Editorial Astro Data, Maracaibo, Venezuela, pp. 213-218.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2a. ed. Cornell University Press. London, England.

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.

Zamora, S., García, J., Bonilla, G., Aguilar, H., Harvey, C.A. y Muhammad, I. 2001. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. Agroforestería en las Américas. 8 (31):1-81.

8.- RESULTADOS

CAPITULO I

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS NATIVAS DE USO MÚLTIPLE CON POTENCIAL FORRAJERO EN LA REGIÓN DE TIERRA CALIENTE, MICHOACÁN

Nallely López-Hernández¹, Ernestina Gutiérrez-Vázquez¹, Aureliano Juárez-Caratachea¹, Guillermo Salas-Razo¹, Armín Ayala-Burgos², Antonio García-Valladares³

ernestinagvazquez@gmail.com

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-UMSNH, Morelia, Michoacán, México.² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, Yucatán, México.³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-División de Estudios de Posgrado-UMSNH, Morelia, Michoacán, México.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue actualizar el inventario y registrar los servicios ecosistémicos directos o de provisión para los humanos y servicios indirectos o de apoyo (para el ganado) de las especies arbóreas nativas con potencial forrajero que a la fecha no habían sido identificadas ni referidas en los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México. Se aplicaron 15 encuestas por municipio a un grupo de ganaderos constituidos como organizaciones y se obtuvo información acerca de los usos tradicionales de los árboles forrajeros. Se identificaron 73 nuevas especies arbóreas y todas son consumidas por el ganado. El municipio de Carácuaro presentó la mayor diversidad con 57 nuevas especies de las 73 referidas y el de menor variedad fue San Lucas con 24 especies. A 60 se les determinó la clasificación taxonómica completa (familia, género y especie). Sesenta y dos árboles se identificaron con 26 familias diferentes. Los usos mencionados fueron: para leña (26.6%), postes para cerca (22.4%), medicinal para humanos (17.5%),

consumo humano (14.8%), herramientas de trabajo (13%) y medicinal para animales (5.6%). Los árboles con mayor variedad de usos son: el *Karwinskia latifolia*, *Caesalpinia pulcherrima*, *Leucaena macrophylla*, *Erithroxylon mexicanun*, *Heliocarpus pallidus*, *Annona diversifolia*, *Tamarindus indica*, *Ayenia sp*, *Citrus aurantifolia*, *Oreopanax xalapensis*, *Quercus magnolifolia*, *Anona muricata*, montón de indio (especie no clasificada), *Hippocratea excelsa* y chacapo (especie no clasificada). El hecho de que los nuevos árboles referidos como forrajeros sean utilizados por sus amplios Servicios Ecosistémicos permite catalogarlos como árboles multipropósito y representan un potencial valioso en la explotación de agostaderos.

Palabras clave: **árboles forrajeros, usos tradicionales, leña, medicinal, árboles multipropósito**

ABSTRACT

The aim of this study was to update inventory and record ecosystem services provision for direct or indirect human and supportive services or (for livestock) of native tree species with forage potential to date had not been identified or referred in the municipalities of Carácuaro , Huetamo and San Lucas in the region of Tierra Caliente, Michoacán, Mexico. Surveys were applied a group of cattle farmer constituted as organizations and obtained information about traditional uses of fodder trees were applied municipality. 73 new tree species was identify and all of them are consumed by livestock. Carácuaro municipality had the highest diversity with 57 new species of the 73 aforementioned ranges and the lowest was San Lucas with 24 species. To 60 was determined the complete taxonomic classification (family, genus and species). Sixty-two trees were identified with 26 different families. The uses mentioned were: firewood (26.6%), fence posts (22.4%), for humans (17.5%), human consumption (14.8%), medicine, manufacture of tools (13%) and medicine for animals (5.6%). Trees with greater variety of uses are: *Karwinskia latifolia*, *Caesalpinia pulcherrima*, *Leucaena macrophylla*, *Erithroxylon mexicanun*, *Heliocarpus pallidus*, *Annona diversifolia*, *Tamarindus indica*, *Ayenia sp*, *Citrus aurantifolia*, *Oreopanax xalapensis*, *Quercus magnolifolia*, *Anona muricata*, montón de indio (species not classified),

Hippocratea excelsa and chacapo (species not classified). The fact that the new trees referred to as fodder to be used by its large Ecosystem Services can catalog them as multipurpose trees and represents a valuable potential in the exploitation of rangeland.

Keywords: **fodder trees, traditional use, firewood, medicinal, multipurpose trees**

INTRODUCCIÓN

La ganadería en el estado de Michoacán, es una de las actividades de mayor importancia económica, la cual, se desarrolla bajo un modelo de ganadería extensiva; Michoacán como estado ganadero afronta serio estancamiento en cuanto a su desarrollo, derivado principalmente, por una marcada sobrepoblación de ganado, un bajo nivel tecnológico y una deficiente nutrición animal (Sánchez y Sánchez, 2005).

En la Región de Tierra Caliente, el principal subsistema que se desarrolla bajo un modelo agroforestal en los agostaderos de la Selva Baja Caducifolia, es el subsistema vaca-becerro (Molina *et al.*, 2008), donde los pastos nativos, las especies arbóreas y los esquilmos agrícolas son las principales fuentes de alimentación de los animales y aunado a esto, la larga época de estiaje son elementos característicos de este subsistema. La mala calidad y escasas de forraje durante la época de estiaje ocasiona que el animal pierda hasta el 50% de su peso, lo cual, se ve reflejado en una baja eficiencia productiva y reproductiva de la ganadería estatal (Roldán *et al.*, 2005). Durante este periodo de sequía, los productores tienen que complementar la alimentación de sus animales con esquilmos agrícolas importados de otras regiones, lo cual, representa un costo adicional para ellos.

De ahí la importancia de identificar nuevas fuentes alimenticias dentro de los recursos naturales como son los árboles forrajeros multipropósito, que presentan innumerables ventajas para la ganadería extensiva, por poseer un alto valor nutritivo, bajo costo, además, de ser una alternativa biológica y ecológicamente

viable, para el desarrollo sostenible de la ganadería (Ku *et al.*, 1999; Carvajal, 2005; Savón *et al.*, 2008).

Existe amplia diversidad de especies arbóreas y arbustivas que son utilizadas por comunidades campesinas en los sistemas de producción. Diversos estudios al respecto, demuestran como diferentes grupos sociales manejan sus recursos naturales de manera integral, haciendo uso intensivo de los árboles. El conocimiento tradicional en las sociedades rurales, en torno al uso de árboles forrajeros, es amplio y muestran las múltiples funciones culturales, económicas y de servicios que tienen estos sistemas integrados de producción (Jiménez, 2000).

En la Región de Tierra Caliente, se ha registrado gran diversidad de especies arbóreas forrajeras (EAF); ganaderos de 11 municipios del estado de Michoacán han referido hasta la fecha 172 EAF (Gutiérrez *et al.*, 2013), de estas, 101 han sido mencionadas por los ganaderos del municipio de Carácuaro y han sido valoradas según el servicio que ofrecen a la población y al subsistema ganado. Las 101 especies arbóreas son consumidas por el ganado.

Aunque los trabajos realizados en la ciencia etnográfica dan información sobre términos locales y tradicionales, las clasificaciones locales de la vegetación y sus representaciones, así como las propiedades de las plantas y los usos, son mucho menos numerosas que los conocimientos sobre la gestión de los recursos naturales.

Por otra parte, la biodiversidad y el conocimiento local sobre las especies arbóreas forrajeras de la selva baja caducifolia se están perdiendo y con ello se deteriora un componente del sistema agroforestal pecuario.

Por lo expuesto anteriormente, el objetivo del presente trabajo consistió en actualizar el inventario, identificando nuevos árboles nativos con potencial forrajero que refieren los productores de los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas, de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, así como también, precisar los diversos usos alternos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación: Los municipios que constituyen el área de estudio son: Carácuaro, Huetamo y San Lucas. La superficie total de la región comprende 651,529 ha; las principales actividades son la agricultura y la ganadería (INEGI, 2012). El clima predominante, pertenece al grupo de climas cálidos húmedos, con temperatura media anual mayor de 22°C y la de invierno de 18°C, en los meses de diciembre a enero. La temporada de lluvias comprende del 15 de junio al 30 de septiembre, con una precipitación media anual de 800 a 1,000 mm³ (INEGI, 2012).

Identificación de las especies arbóreas: Para identificar y registrar el conocimiento local de las especies de uso forrajero, se realizaron reuniones con Grupos Ganaderos de la Estrategia Pecuaria 2012-2013, constituidos en los diferentes municipios de la Región de Tierra Caliente (Carácuaro, Huetamo y San Lucas). De manera específica se obtuvo información de los árboles referente a: parte comestible para animales (hoja verde o seca, fruto y flor), utilización de cercas vivas, leña, uso medicinal en animales y humanos y fabricación de herramientas, mediante la aplicación de encuestas a los productores. La encuesta se aplicó de manera individual, estos ganaderos en su mayoría, tenían la particularidad de tener más años dedicados a la actividad ganadera, de contar con agostaderos y de mantener a sus animales bajo condiciones de pastoreo extensivo. En el estudio actual, se entrevistó a los productores con el listado existente de EAF que a la fecha se tienen inventariadas en el estado de Michoacán. En los tres casos, se actualizó la base de datos correspondiente al trabajo previo realizado por González, (2006). Se aplicaron un total de 45 encuestas, 15 por municipio. (Fotografía 1).

Obtención de las muestras: Para la identificación taxonómica se obtuvieron muestras de los árboles referidos como forrajeros durante el período de lluvias (agosto a noviembre), en localidades cercanas entre sí y la ubicación de los árboles fue georeferenciada con GPS GARMIN Etrex 12 CHANNEL. Los datos de la georeferenciación de éstas especies se muestran en el Apéndice 1. Se obtuvieron tres muestras de cada especie y se recolectaron las partes necesarias

para su caracterización botánica (hoja, flor y fruto), las cuales, se conservaron en prensas botánicas para su posterior clasificación taxonómica (Pinto *et al.*, 2002; Sosa *et al.*, 2004) en el Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Fotografía 2).



Fotografía 1. Aplicación de encuestas a los productores.



Fotografía 2. Obtención de muestras para la identificación taxonómica.

Los resultados de las encuestas y entrevistas se procesaron mediante estadística descriptiva, calculando frecuencias para expresar gráficamente las respuestas de los productores. Igualmente, se construyeron cuadros para condensar la relación de árboles referidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las encuestas aplicadas arrojaron un inventario de 136 especies arbóreas forrajeras que han sido referidas desde 2006 por González *et al.*, hasta el año 2014, según este estudio, dicen los productores existen en la región respectivamente.

Sin embargo, al aplicar recientemente las encuestas a otro grupo de ganaderos en los municipios antes mencionados, se obtuvo un inventario de 123 especies en Carácuaro, 89 especies en Huetamo y 77 especies con potencial forrajero en San Lucas. Esto posiblemente permite que sea más fácil que el productor recuerde y precise más ampliamente la existencia de estas especies en su municipio. Carácuaro resultó (en el 2006) ser el municipio con mayor diversidad de EAF y San Lucas el menos diverso. En la Gráfica 1 se pueden apreciar los resultados obtenidos en el presente trabajo en relación a lo referido en el estudio realizado en el año 2006.

González *et al.*, (2006) reportaron que, los productores ganaderos del municipio de Carácuaro, Huetamo y San Lucas refirieron 73, 29 y 17 EAF respectivamente.



Gráfica 1. Comparación del inventario de EAF en el municipio de Carácuaro, Huetamo y San Lucas, Michoacán. México, realizado en el año 2006 y 2014.

La riqueza florística arbórea varía entre municipios debido probablemente al disturbio por la tala y a la sustitución de especies forrajeras por otras especies introducidas como pastizales mejorados con fines para la agricultura (González *et al.*, 2006). En la actualidad, la simplificación de los sistemas productivos, con tendencia al monocultivo y/o a la intensificación de la producción agrícola y ganadera, ha generado incrementos sustanciales en la producción de alimentos. Este proceso en alza, enciende un alerta debido a la velocidad en los cambios

producidos sobre la biodiversidad, y en la pérdida de procesos funcionales y de provisión de servicios ecosistémicos, (Zaccagnini *et al.*, 2014).

Al respecto, uno de los grandes desafíos que enfrenta México en la actualidad, es la conservación de sus bosques, selvas y humedales, donde grandes superficies forestales se han perdido o degradado debido principalmente a la deforestación de los agroecosistemas, por factores como el cambio de uso del suelo a favor de las actividades agropecuarias y en otras ocasiones por la expansión de áreas urbanas, el pastoreo desmedido, el uso de leña como combustible, entre otros. La deforestación es un proceso que implica la pérdida total de la cubierta arboleda. (CONAFOR, 2009; SEMARNAP, 2009).

También la ONU (2006) señala que la superficie deforestada en México entre 1990 y 2000, fue de 348 mil hectáreas anuales en promedio, y entre 2000 y 2005 estimó una deforestación anual promedio de 260 mil hectáreas en bosques y selvas. Alrededor de 14 millones de hectáreas de bosques tropicales se pierden cada año a nivel mundial. Se estima que más de la mitad de las áreas que se deforestan son dedicadas a la actividad ganadera bajo condiciones de pastoreo extensivo (CONAFOR, 2010).

En el municipio de San Lucas se reflejó que, el desconocimiento de los ganaderos sobre la existencia e importancia de algunos árboles forrajeros es evidente, puesto que los productores que tienen menos años dedicados a la actividad ganadera, han deforestado sus agostaderos sembrando pastos inducidos y otro tipo de cultivos como la sandía, papaya, melón, calabacita, entre otros, ocasionando a su vez, la destrucción de grandes extensiones de las selvas para abrir paso a la ganadería acabando poco a poco con la diversidad vegetal y con el material nativo que tiene importancia económica y social. El municipio de San Lucas coincide que tiene la menor biodiversidad y el mayor número de hectáreas sembradas con pastos introducidos en los últimos años (González *et al.*, 2006).

Se lograron identificar 73 nuevas especies arbóreas en los tres municipios y todas son consumidas por el ganado. La selva baja caducifolia, conocida también como bosque tropical caducifolio o bosque tropical seco, sobresale por su alta diversidad, pero sobre todo por su elevado nivel de endemismo (CONAFOR, 2010).

Esta diversidad vegetativa representa una opción para enfrentar los problemas de escasez de forraje, por lo tanto, la presencia de los árboles forrajeros coadyuva a la producción ganadera extensiva dado que, los forrajes en praderas nativas tienden a poseer altos niveles de lignificación, bajos niveles de nitrógeno y energía, lo que disminuye la digestibilidad del forraje y por ende, el aprovechamiento que los animales pueden alcanzar de esos forrajes. Aunado a esto, la estacionalidad tiene, importante influencia negativa en la disponibilidad y calidad de las especies de pastos nativos (Benavides, 1999; Cárdenas *et al.*, 2003).

A nivel mundial el número de vegetales existente es considerable y aunado a que presentan entre sí gran variedad de formas, ha sido imprescindible clasificarlas (Jones, 1987). Una especie en ocasiones puede ser designada con nombres comunes distintos, constituyendo lo que se llama sinonimia de la especie. La utilidad de los nombres científicos estriba en que permite identificar sin error la especie de que se trate.

El asociar el nombre científico de una especie con el nombre común permite dar un valor agregado a la información. Por su parte, el conocer las diversas formas de la vegetación natural, las principales características de su hábitat y las zonas geográficas donde se encuentran, permitirá tener una aproximación al entorno donde la actividad agroforestal se desarrolla (Barrera *et al.*, 1976).

En los municipios que constituyeron el área de estudio, se encontró que varias especies arbóreas que fueron mencionadas por los productores de la región, son conocidas con otro nombre, por ejemplo: borreguillo y cicuito (*Heliocarpus velutinus*); caúrica y cagüirica (*Andira inermis*); crucillo chino y chacúa (*Randia*

echinocarpa); chirare y chirimo (*Cordia sp.*); ciruelo, ciruelo agrio y ciruelo bobo (*Spondias purpurea*); copal y copal chino (*Bursera heteresthes*); cuitás blanco, cuta ferro, palo blanco y pata de vaca (*Lysiloma tergeminum*). En el Cuadro 1 se incluyen los nombres de los nuevos árboles forrajeros nativos que fueron referidos en la Región.

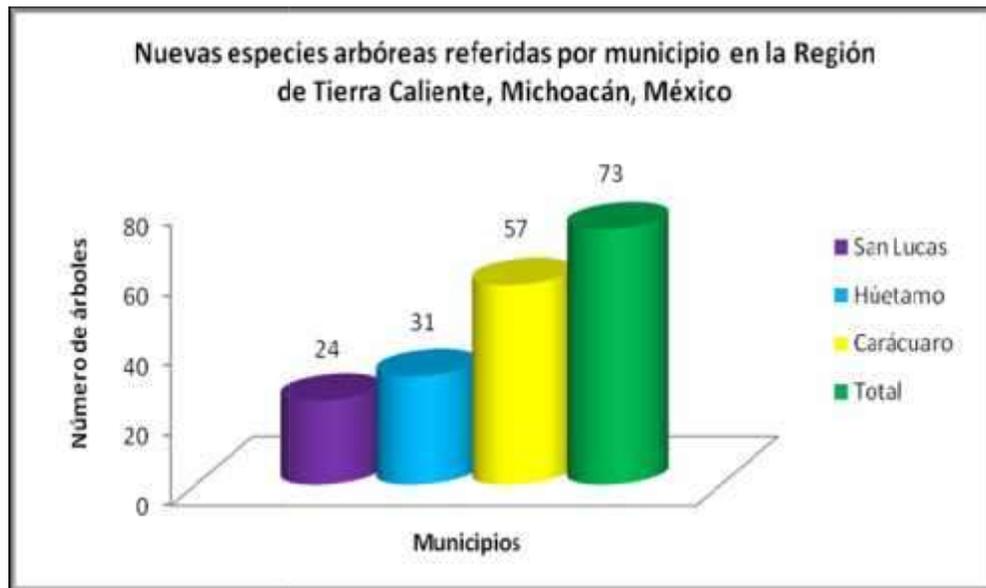
Cuadro 1. Nombre común y científico de nuevas especies arbóreas forrajeras referidas en los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas, Michoacán. México

Familia	Nombre Científico	Nombre común
Anonaceae	<i>Anona muricata</i>	Anono
Leguminosae	<i>Myroxylon balsamun</i>	Bálsamo
Hyppocrateaceae	<i>Hippocratea excelsa</i>	Barrajilla
Flacourtiaceae	<i>Casearia dolichophylla</i>	Bola de pájaro
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Candelero
Esterculiaceae	<i>Ayenia sp.</i>	Capulín
Bombacaceae	<i>Trichilia americana</i>	Cascabelillo
Fouquieriaceae	<i>Frogueria Formosa</i>	Cascarilla
Leguminosae	<i>Andira inermis</i>	Cagüirica, cáurica
Rubiaceae	<i>Randia echinocarpa</i>	Crucillo chino, chacúa
Sapindaceae	<i>Thovinidium decandrum</i>	Charapo
Ramnaceae	<i>Karwinskia latifolia</i>	Chirimilla
Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>	Chirare, chirimo
Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procera</i>	Chucumpú
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo bobo, ciruelo agrio, ciruelo
Sapindaceae	<i>Serjania sp.</i>	Colmillo de Cucho
Burseraceae	<i>Bursera heteresthes</i>	Copal chino, copal
Burseraceae	<i>Bursera vellutina</i>	Copal negro
Leguminosae	<i>Lonchocarpus hintonii</i>	Cuerillo
Burseraceae	<i>Bursera fajaroides</i>	Cuincanchire
Chrysobalanaceae	<i>Licania arborea</i>	Cuirindal
Leguminosae	<i>Lysiloma tergeminum</i>	Cuitás blanco, palo blanco, cuta ferro/pata de vaca
Fagaceae	<i>Quercus magnolifolia</i>	Encino
Fagaceae	<i>Quercus glaucooides</i>	Encino prieto
Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino
Sapindaceae	<i>Neopringlea sp.</i>	Granjeno
Tiliaceae	<i>Heliocarpus velutinus</i>	Guácima, Borreguillo, cicuito
Tiliaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Guácima blanca
Tiliaceae	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima colorada
Combretaceae	<i>Combretum igneiflorum</i>	Guan viejo
Anonaceae	<i>Annona diversifolia</i>	Hilamo
Leguminosae	<i>Leucaena macrophylla</i>	Huajillo colorado
Compositae	<i>Perymenium sp.</i>	Jacal de venado
Rubiaceae	<i>Cephalanthus salicifolius</i>	Jazmín
Flacourtiaceae	<i>Xylosma velutinum</i>	Junco
Rutaceae	<i>Zantoxylon affine</i>	Limoncillo

<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus aurantifolia</i>		Limón agrio
<i>Leguminosae</i>	<i>Piper sp.</i>		Moco de tundo
<i>Piperaceae</i>	<i>Piper sp.</i>		Nanchal
<i>Erythroxililaceae</i>	<i>Erythroxylon sp.</i>		Ocotillo
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lippia sp.</i>		Oreganillo
<i>Gramineae</i>	<i>Otatea acuminata</i>		Otate
<i>Leguminosae</i>	<i>Lonchocarpus emarginata</i>		Palo de aro
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>		Palo colorado
<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Pisonia aculeata</i>		Palo prieto
<i>Burseraceae</i>	<i>Burserafagaroides</i>	var.	Papelillo
	<i>Fagaroides</i>		
<i>Leguminosae</i>	<i>Buihinia sp.</i>		Pata de venado blanca
<i>Bombacaceae</i>	<i>Ceiba aesculifolia</i>		Pochota
<i>Leguminosae</i>	<i>Andira inerves</i>		Quiringucua
<i>Leguminosae</i>	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>		Sangre de toro
<i>Araliaceae</i>	<i>Oreopanax xalapensis</i>		Satanicúa
<i>Ramnaceae</i>	<i>Rhamnaceae colubrina</i>		Suelda con suela
<i>Leguminosae</i>	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>		Surundanicuo
<i>Leguminosae</i>	<i>Tamarindus indica</i>		Tamarindo
<i>Apocynaceae</i>	<i>Psidium guineensis</i>		Tarimoro
<i>Leguminosae</i>	<i>Pithecellobium mangense</i>		Timbinillo
<i>Sapindaceae</i>	<i>Thovinia acuminata</i>		Trébol
<i>Erythroxililaceae</i>	<i>Erithroxylon mexicanun</i>		Trompillo
<i>Compositae</i>	<i>Montanoa sp.</i>		Vara blanca
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera grandifolia</i>		Wende verde
N/C	N/C		Aparicua
<i>Leguminosae</i>	N/C		Araricua
N/C	N/C		Bejuco
N/C	N/C		Cahuinga
N/C	N/C		Campirinche
N/C	N/C		Candelillo
N/C	N/C		Chacapo
N/C	N/C		Chaya
N/C	N/C		Copal de perro
N/C	N/C		Copal de santo
N/C	N/C		Margarita o cerezo
<i>Piperaceae</i>	N/C		Montón de indio
N/C	N/C		Zorrillillo

N/C= Especies y familias no clasificadas

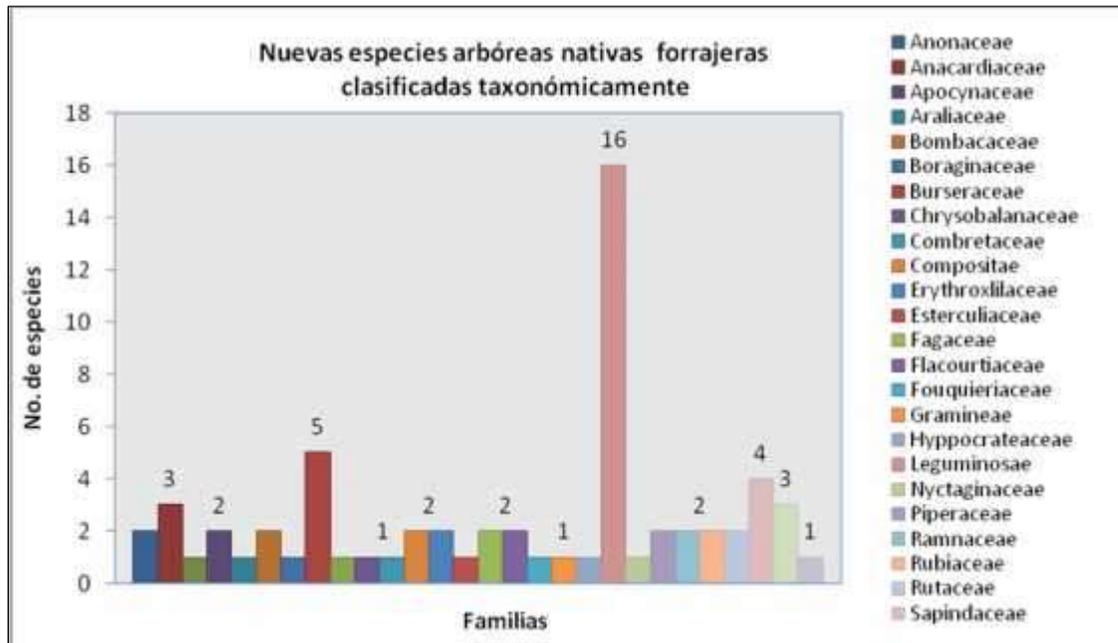
La mayor riqueza de nuevas especies se registró en el municipio de Carácuaro con 57 especies, Huetamo cuenta con 31 y en San Lucas se registraron e identificaron 24 (Gráfica 2).



Gráfica 2. Número de nuevas especies arbóreas forrajeras referidas por los productores de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México.

De las 73 nuevas especies arbóreas referidas, 62 de ellas se identificaron con 26 familias diferentes. La mayoría de las especies clasificadas se encuentran dentro de la familia *Leguminosae* con un total de 15 especies (Gráfica 3). El resto de las especies se encuentran distribuidas en las siguientes familias *Anacardiaceae*, *Apocinaceae*, *Burseraceae*, *Compositae*, *Sapindaceae*, *Tiliaceae*, entre otras, respectivamente. Se logró determinar la clasificación taxonómica completa (familia, género y especie) de 60 especies arbóreas nativas de importancia para la ganadería.

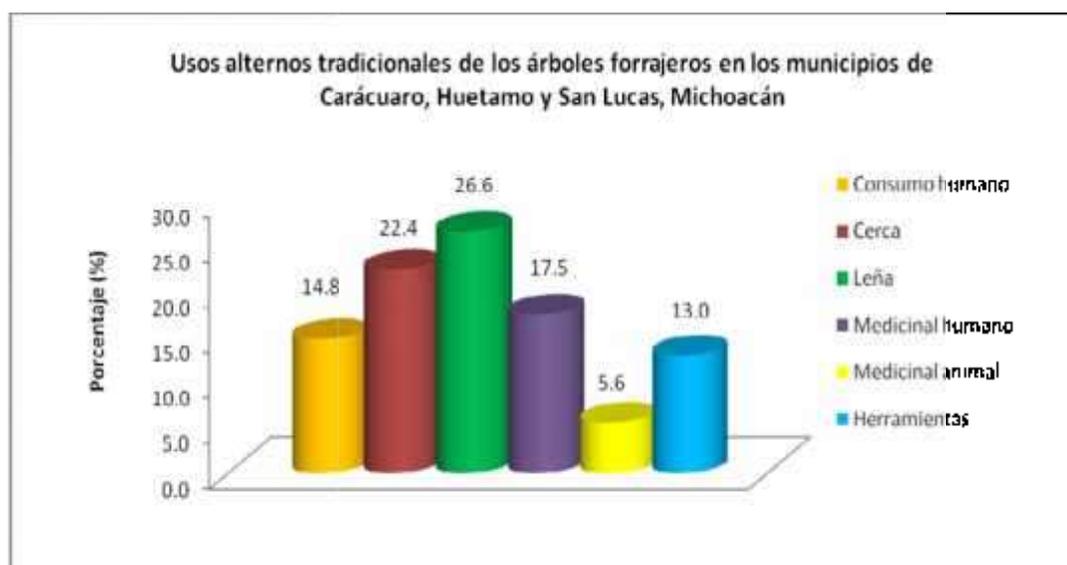
De las 136 EAF que han sido referidas desde 2006 por González *et al.*, hasta el año 2015 en la región de estudio, 120 se identificaron con 41 familias diferentes (33.88%). La mayoría de las especies clasificadas se encuentran dentro de la familia *Leguminosae* con un total de 36 especies; el resto de las especies corresponden a algunas de las familias *Anacardiaceae*, *Apocinaceae*, *Burseraceae*, *Compositae*, *Moraceae* *Sapindaceae*, *Tiliaceae*, respectivamente.



Gráfica 3. Identificación taxonómica de nuevas especies arbóreas nativas clasificadas por familias.

Pinto (2010), en un estudio sobre árboles forrajeros en tres regiones ganaderas de Chiapas, destaca que el 41.10% de las familias identificadas pertenecen a la familia de las leguminosas. Esto refleja la gran distribución y diversidad florística presente en las regiones del trópico. El número de especies enlistadas en este trabajo fue similar en porcentaje de EAF a los inventarios reportados por otros autores para las regiones tropicales de México (Sosa *et al.*, 2004; González *et al.*, 2006).

A las especies arbóreas se les identificaron los siguientes usos alternativos tradicionales: de 661 respuestas, el 26.6% (176/661) mencionan como principal uso la leña como fuente de combustible; para la producción de postes para cerca 22.4% (148/661), medicinal para humanos 17.5% (116/661), consumo humano 14.8% (98/661), herramientas de trabajo 13% (86/661) y medicinal para animales 5.6% (37/661) (Gráfica 4).



Gráfica 4. Porcentaje de mención de los diferentes usos alternativos tradicionales de los 74 árboles forrajeros referidos en la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México.

El principal uso de los árboles fue como leña, de las 73 nuevas especies arbóreas, 38 de ellas se utilizan con este fin, los que más se mencionan son: el *Acacia cochliacantha* 76.47% (26/34 entrevistados), *Caesalpinia pulcherrima* 41.18% (14/34), *Karwinskia latifolia* 29.41% (10/34), *Leucaena macrophylla*, *Erithroxylon mexicanun* 23.53% (8/34), *Heliocarpus pallidus*, *Quercus magnolifolia*, *Zantoxylon affine* 14.71% (5/34), *Lonchocarpuss emarginata* 11.76% (4/34).

En relación con lo anterior, Pinto, 2002; González *et al.*, 2006 mencionan que los árboles forrajeros pueden representar diferentes usos alternos, además de ser forrajeros y representan potencial valioso para los productores. El conocimiento de los usos alternativos tradicionales de los árboles forrajeros, permite una visión amplia de la capacidad de uso de este recurso natural. Así, por ejemplo, su mayor uso es como leña y en menor grado como medicina para animales. El ahorro lo obtienen al utilizar la leña como fuente de combustión en el hogar, ya que la mayoría de las familias la utilizan, principalmente en la cocina. La venta de postes para cerca y la elaboración de herramientas de trabajo a partir de los árboles

también les representan un ingreso extra, con lo que contribuyen a la economía familiar.

Treinta y cuatro especies son utilizadas como postes para cerca de los potreros, los más referidos son: el *Karwinskia latifolia*, *Erithroxylon mexicanun* 32.35% (11/34 entrevistados), *Bursera grandifolia* 26.47% (9/34), *Leucaena macrophylla* 20.59% (7/34), *Zantoxylon affine*, *Pseudosmodingium perniciosum* 17.65% (6/34), *Ayenia sp*, *Trichilia americana*, *Lonchocarpuss emarginata* 14.71% (5/34), *Acacia cochliacantha* 11.76% (4/34).

Las cercas vivas son estructuras lineales utilizadas en la división de los potreros y en la delimitación de fincas o predios en el sector rural, en las cuales se emplean árboles y/o arbustos para soportar el alambre de púas o eléctrico. Estos arreglos agroforestales ayudan a mantener la humedad del suelo, mejoran su estructura, incrementan su fertilidad al aportar materia orgánica y nitrógeno por parte las especies leguminosas, conservan la biodiversidad y proveen sombra, confort y alimento al ganado, (Uribe et al., 2011).

De los 73 árboles referidos, 32 de ellos se utilizan como medicina para humanos (Cuadro 2). Los padecimientos humanos tratados con dichos árboles son: diarreas, golpes, fracturas, heridas, infecciones de piel y respiratorias, gripe, tos, fiebre, problemas estomacales (indigestión y estreñimiento), riñón, encías, espalda, vista, próstata, diabetes, gastritis, hepatitis, dientes, dolor de cabeza, muelas, oídos, prevención de cáncer, picadura de alacrán y como repelente de mosquitos.

Cuadro 2. Nuevas especies arbóreas forrajeras de uso medicinal para humanos referidos por los productores de Tierra Caliente, Michoacán. México

Nombre científico	Nombre local	Padecimiento(s)	Parte utilizada
<i>Hippocratea excelsa</i>	Barajilla	Para dolor de cabeza, acabar con piojos	Hojas
<i>Myroxylon balsamun</i>	Bejuco	Problemas de riñón e infecciones	Hojas
<i>Casearia dolichophylla</i>	Bola de pájaro	Controlar la presión arterial	Corteza y hojas
<i>Plumeria rubra</i>	Candelero	Dolor de pies y oídos, infecciones de piel (jotes)	Flor y hojas

<i>Frogueria formosa</i>	Cascarilla	Tos	Hojas
<i>Karwinskia latifolia</i>	Chirimilla	Para dolor estomacal y fiebre	Fruto y hojas
<i>Bursera vellutina</i>	Copal negro	Repelente de mosquitos	Corteza
<i>Quercus magnolifolia</i>	Encino	Para dolor de muelas	Flor y fruto
<i>Quercus glaucooides</i>	Encino prieto	Para dolor de muelas	Corteza y hojas
<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino	Para picadura de alacrán	Corteza
<i>Neopringlea sp.</i>	Granjeno	Problemas de riñón, gastritis y tos	Flor y tallo
<i>Combretum igneiflorum</i>	Guan viejo	Dolor estomacal, problemas de la vista	Flor (cepillito)
<i>Cephalanthus salicifolius</i>	Jazmín	Dolor de muelas	Corteza y hojas
<i>Xylosma velutinum</i>	Junco	Problemas de próstata	Corteza y hojas
<i>Citrus aurantifolia</i>	Limón agrio	Dolor de cabeza, gripe	Fruto y hojas
<i>Piper sp.</i>	Moco de tundo	Dolor de cabeza, hepatitis	Corteza y hojas
<i>Pisonia aculeata</i>	Palo prieto	Para la gastritis, prevención de cáncer	Flor y hojas
<i>Buihinia sp.</i>	Pata de venado	Problemas del riñón, encías y dientes, heridas	Flor y fruto
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	Sangre de toro	Problemas de gastritis y encías	Hoja
<i>Rhamnaceae colubrina</i>	Suelda con suela	Problemas de próstata, golpes y fracturas	Corteza y hojas
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Surundanicuo	Problemas de hepatitis	Flor y hojas
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	Problemas de estreñimiento (laxante)	Fruto y hojas
<i>Bursera grandifolia</i>	Wende verde	Problemas de riñón y diabetes, heridas	Corteza
N/C	Aparicua	Para dolor de muelas	Fruto
N/C	Araricua	Para dolor de espalda	Corteza y hojas
N/C	Cahuinga	Heridas superficiales	Flor y hojas
N/C	Campirinche	Repelente de mosquitos	Flor y fruto
N/C	Chacapo	Problemas de riñón	Hojas
N/C	Chaya	Problemas de riñón y diabetes, para la tos y fiebre, picadura de alacrán	Hoja y retoño del árbol
N/C	Margarita cerezo	Problemas en las encías y dientes, mal aliento	Corteza y hojas
N/C	Montón de indio	Para la hepatitis	Corteza y hojas
N/C	Zorrillillo	Problemas de vista, fiebre	Hojas

N/C= Especies no clasificadas

Las especies que más se utilizan como medicinales son el *Rhamnaceae colubrina* 41.18% (14/34 entrevistados), la chaya (especie no identificada) 38.24% (13/34), *Plumeria rubra* 26.47% (9/34), *Combretum igneiflorum* 23.53% (8/34), *Myroxylon balsamun*, *Neopringlea sp.* 17.65% (6/34) e *Hippocratea excelsa* 14.71% (5/34), respectivamente.

El potencial de los árboles forrajeros como medicina alternativa en los humanos es apreciable y el conocimiento de los productores respecto a este uso tradicional es referido por el 17.5% de los encuestados en la región. El potencial como fuente medicinal que representan las EAF está relacionado con las propiedades antioxidantes y antimicrobianas que poseen (Salazar *et al.*, 2009).

Este conocimiento representa una alternativa para los productores, ya que muchas de las comunidades son pequeñas, de difícil acceso y la mayoría de las veces no cuentan con servicios médicos y la disponibilidad de medicamentos es limitada, aunado a esto, se encuentran retiradas de las cabeceras municipales, por lo que el uso de las plantas medicinales juega un papel económico y social, el cual, puede llegar a ser muy importante.

Nueve de las especies referidas se consideran medicinales para curar enfermedades de los animales (Cuadro 3). Dentro de las especies más mencionadas se encuentran la *Heliocarpus pallidus* 29.41% (10/34), *Heliocarpus occidentalis* 26.47% (9/34), la chaya (especie no clasificada), *Bursera grandifolia* 11.76% (4/34), *Rhamnaceae colubrina* 8.82% (3/34).

Cuadro 3. Utilización de los nuevos árboles forrajeros como fuente de medicina para animales

Nombre científico	Nombre local	Padecimiento(s)	Parte utilizada
<i>Hippocratea excelsa</i>	Barajilla	Para quitar las garrapatas	Corteza y hojas
<i>Heliocarpus pallidus</i>	Guácima blanca	Ayuda a expulsar placenta en vacas	Corteza
<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima colorada	Ayuda a expulsar placenta en vacas	Corteza
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochota	Para reanimar las vacas	Corteza y hojas
<i>Rhamnaceae colubrina</i>	Suelda con suela	Para las fracturas en el ganado	Hojas y corteza
<i>Bursera grandifolia</i>	Wende verde	Para las heridas de la piel	Corteza y hojas
N/C	Cahuinga	Para heridas superficiales	Flor y hojas
N/C	Candelillo	Diarrea en vacas	Flor
N/C	Chaya	Picadura de alacrán	Hojas

N/C= No clasificadas

En investigaciones anteriores, Rodríguez-Flores 2005; González *et al.*, 2006 reportan que algunas EAF se utilizan para la retención placentaria en vacas, diarrea negra en terneros, diarreas generales en bovinos, golpes en bovinos, equinos y porcinos, entre otros.

Se mencionaron 15 nuevas EAF cuyos frutos sirven como alimento para el hombre. Entre los frutos de los árboles más consumidos son el *Tamarindus indica* 47.06% (16/34 entrevistados), *Annona diversifolia* 44.12% (15/34), *Citrus aurantifolia* 32.35% (11/34), *Ayenia sp.* y *Psidium guineensis* 26.47% (9/34), *Anona muricata* 23.53% (8/34), *Leucaena macrophylla*, *Caesalpinia pulcherrima* 20.59% (7/34), *Spondias purpurea* 17.65% (6/34). Figura 1.



Figura.1 Frutos de EAF más consumidos por el hombre.
Caesalpinia pulcherrima y *Tamarindus indica*

En la región de estudio, los productores refirieron un total de 26 árboles que son utilizados para la elaboración de diversas herramientas de trabajo y muebles, por ejemplo utensilios de cocina, madera para construcción, muebles, herramientas, materiales para cercar los potreros. Los resultados indican, que la madera derivada de los árboles referidos es apreciable. Algunas de estas, están clasificadas como maderas finas y provienen de árboles multipropósito. Las especies más utilizadas son el *Lonchocarpus emarginata* 35.29% (12/34 entrevistados), *Bursera vellutina* 26.47% (9/34), *Oreopanax xalapensis* 23.53% (8/34), *Karwinskia latifolia* 20.59% (7/34), *Erithroxylon mexicanum* 17.65% (6/34), *Heliocarpus pallidus*, *Caesalpinia pulcherrima* 14.71% (5/34), *Leucaena macrophylla* 8.82% (3/34).

Pinto (2002) señala, que la madera de los árboles puede ser transformada en diversos muebles y utensilios para herramientas, justes de montar, lo que permite un ahorro en la compra de herramientas de trabajo, ya que ellos mismos pueden obtenerla de los árboles con que cuentan, como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Elaboración de herramientas de trabajo a partir de los nuevos árboles forrajeros

Nombre Científico	Nombre local	Herramientas
<i>Anona muricata</i>	Anono	Cercas para casa
<i>Myroxylon balsamun</i>	Bálsamo	Muebles
<i>Plumeria rubra</i>	Candelero	Cercas para casa
<i>Ayenia sp</i>	Capulín	Cercas para casa
<i>Trichilia americana</i>	Cascabelillo	Cercas para casa
<i>Thovinidium decandrum</i>	Charapo	Cercas para casa
<i>Karwinskia latifolia</i>	Chirimilla	Cercas de casa, muebles y postes
<i>Bursera vellutina</i>	Copal negro	Justes de herramientas, sillas, bateas, cucharas
<i>Lonchocarpus hintonii</i>	Cuerillo	Aros para queso
<i>Quercus magnolifolia</i>	Encino	Madera y cercas para casas
<i>Heliocarpus pallidus</i>	Guácima blanca	Elaboración de muebles, martillos y aros para queso
<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima colorada	Elaboración de muebles y aros para queso
<i>Combretum igneiflorum</i>	Guan viejo	Cabos de hacha
<i>Annona diversifolia</i>	Hilamo	Bateas
<i>Leucaena macrophylla</i>	Huajillo colorado	Postes y cercas para casa
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	Palo colorado	Cercas para casa
<i>Lonchocarpus emarginata</i>	Palo de aro	Aros para queso
<i>Buihinia sp</i>	Pata de venado blanca, pata de venado	Postes
<i>Oreopanax xalapensis</i>	Satanicúa	Elaboración de camas y muebles
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Surundanicuo	Elaboración de sillas
<i>Erithroxylon mexicanun</i>	Trompillo	Postes, cercas para casa y diversos muebles
<i>Montanoa sp.</i>	Vara blanca	Cercas para casa
N/C	Chacapo	Cabos de hachas y picos
N/C	Montón de indio	Cabos de hachas, picos, machetes y herramientas
N/C	Zorrillillo	Aros para queso

N/C= No clasificadas

Los árboles con mayor variedad de usos son: el *Karwinskia latifolia*, *Caesalpinia pulcherrima*, *Leucaena macrophylla*, *Erithroxylon mexicanun*, *Heliocarpus pallidus*, *Annona diversifolia*, *Tamarindus indica*, *Ayenia sp*, *Citrus aurantifolia*, *Oreopanax xalapensis*, *Quercus magnolifolia*, *Anona muricata*, montón de indio (especie no clasificada), *Hippocratea excelsa* y chacapo (especie no clasificada). Los árboles forrajeros referidos son utilizados para varios fines (Fig. 2); lo que permite catalogarlos como árboles multipropósito y representan un potencial valioso en la explotación de agostaderos.



Figura 2. Especies arbóreas forrajeras con mayor variedad de uso.

Se ha comprobado que el uso de especies arbóreas asociadas a prácticas de conservación de suelos contribuyen eficazmente a contrarrestar procesos de erosión y muy favorablemente a captar y retener el agua de lluvia que escasamente se presenta en las zonas secas y semiáridas. El desarrollo de las actividades agroforestales de carácter comunitario y con alta participación de la población local, son eficaces para enfrentar problemas de deforestación y degradación del medio ambiente (MARN, 2009). La deforestación implica una reducción de la cubierta vegetal, lo que ocasiona problemas como modificaciones en los ciclos hídricos, cambios regionales de los regímenes de temperatura y precipitación, favoreciendo con ello el calentamiento global, la disminución en la captura de bióxido de carbono y la pérdida de hábitat o la fragmentación de los agroecosistemas (CONAFOR 2009).

El suelo como sistema multifuncional que sustenta los agroecosistemas, es un recurso natural que dispone la sociedad para garantizar su seguridad alimentaria;

aportando beneficios a la humanidad por medio de los bienes y servicios que produce. Su degradación es un fenómeno que afecta directamente la capacidad productiva de los mismos y repercute en el bienestar de la sociedad; así mismo, se deterioran interacciones entre los organismos y su ambiente, alterando múltiples procesos que sostienen funciones ecológicas, traducibles en bienes y servicios ecosistémicos (BSE) que brinda el suelo y la biodiversidad tanto a los sistemas agropecuarios como a otras actividades humanas (Zaccagnini *et al.*, 2014).

En el pasado, los sistemas de producción agropecuarios se caracterizaban no sólo por su producción primaria, sino por el mantenimiento de recursos biológicos nativos y la variedad de paisajes. En la actualidad, la simplificación de los sistemas productivos, con tendencia al monocultivo y/o a la intensificación de la producción agrícola y ganadera, ha generado incrementos sustanciales en la producción de alimentos. Este proceso en alza, enciende un alerta debido a la velocidad en los cambios producidos sobre la biodiversidad, y en la pérdida de procesos funcionales y de provisión de servicios ecosistémicos (Zaccagnini *et al.*, 2014).

El interés por los sistemas de conservación y manejo de recursos que llevan a cabo las comunidades, a través de prácticas tradicionales y conocimientos locales, ha resurgido en diferentes partes del mundo (Berkes y Turner, 2006). Los conocimientos y destrezas en numerosas sociedades locales, campesinas e indígenas, sustentan y explican las diferentes lógicas de utilización cotidiana de la diversidad territorial de especies vegetales y su conservación *in situ*, como requisito para asegurar su reproducción material y cultural (Navarro, 2004). Según Sánchez (1993), la diversidad de usos de los recursos muestra un profundo conocimiento, como resultado de un trascendental proceso adaptativo y evolutivo de los grupos culturales a su entorno natural, y cuyas sensibles interacciones son producto del conocimiento tradicional generado por cientos de años.

En este contexto, la Agroforestería se concibe como una práctica social holística, que sintetiza los conocimientos y habilidades para el manejo de múltiples recursos

y servicios agroecosistémicos, con propósitos diversos; entre ellos: ecológicos, técnicos, económicos y sociales. Entre las potencialidades de la Agroforestería se ha señalado que, además de diversos productos esperados de la cosecha de los cultivos establecidos, se añaden los de árboles multiusos: leña, carbón, alimentos, forraje y otros productos, como resinas, taninos y fibras, generando beneficios locales, nacionales y globales que favorezcan la provisión de los mismos a largo plazo. Todo ello redundará en mejoras en la productividad, la calidad de vida de las comunidades locales y la salud ambiental de los agroecosistemas (Zaccagnini *et al.*, 2014).

Entre los sistemas agroforestales, el manejo y uso de la biodiversidad de árboles forrajeros sustenta servicios agroecosistémicos y los resultados obtenidos permiten identificar varias especies con múltiples posibilidades de usos, que permiten cubrir las necesidades del productor (González *et al.*, 2006, Pinto 2010, Navarro *et al.*, 2012).

Lo anterior refleja, Sosa *et al.*, 2004; González *et al.*, 2006 que la existencia de esta diversidad de Especies Arbóreas Forrajeras Multipropósito (EAFM) es capaz de introducir elementos de sostenibilidad en los sistemas ganaderos actuales al hacerlos menos dependientes de insumos, además, de conferir varias ventajas, entre ellas, sus múltiples usos y a mejorar la productividad pecuaria.

La información obtenida en el presente trabajo es valiosa, porque los entrevistados se han dedicado en promedio durante más de tres décadas a la actividad ganadera. El Cuadro 5 señala que los ganaderos de la Región tienen en promedio 56.66 ± 4.5 años de edad, de los cuales, 32.83 ± 3.5 años han sido dedicados a la actividad ganadera. Estos datos son muy similares a lo reportado en el año 2006 por (González *et al.*), esto refleja que en su mayoría hay productores que cuentan con más edad y mayor experiencia en la actividad ganadera, poseen más conocimiento sobre los usos de las EAF existentes en sus agostaderos y es muy probable que esta actividad se ha estado perdiendo de generación en generación.

Este dato cobra importancia porque la edad y los años dedicados a la producción ganadera, garantizan un conocimiento basado en la observación directa de sus animales en pastoreo, lo que permite formular juicios acerca del material vegetativo nativo que sirve como fuente de alimento para su ganado.

Sin embargo, este conocimiento ha sido guardado por las personas mayores de las comunidades y transmitido de forma oral entre sus familiares más cercanos (Asfaw y Tadesse, 2001; Giday *et al.*, 2009). No obstante, el riesgo de que estos saberes se pierdan resulta muy alto a causa del desinterés presentado por las generaciones más jóvenes (Giday *et al.*, 2009).

Cuadro 5. Edad de los productores entrevistados y años dedicados a la actividad ganadera

Municipio	Edad promedio	Años de productor
Carácuaro	52	29
Huetamo	57	36
San Lucas	61	34
Promedio en la región	56.66 ± 4.5	32.83 ± 3.5

Además de la falta de interés, se suma a este problema, la pérdida de hábitat como factor determinante en el agotamiento de los recursos naturales (Kitula, 2007), el crecimiento de la ganadería, la construcción de presas hidroeléctricas y las actividades mineras (Soler y Luna, 2008).

CONCLUSIONES

Los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas pertenecientes a la región de Tierra Caliente, presentan alta riqueza de árboles multipropósito, con un total de 73 nuevas especies referidas por los productores. Sesenta especies arbóreas nativas de importancia para la ganadería se identificaron taxonómicamente hasta nivel de (familia, género y especie).

De las 73 especies arbóreas que no habían sido referidas por los productores, 62 de ellas se identificaron con 26 familias diferentes. La mayoría de las especies clasificadas se encuentran dentro de la familia *Leguminosae* con un total de 15 especies.

De los tres municipios estudiados, en Carácuaro se registró la mayor riqueza con un total de 57 nuevas especies arbóreas nativas forrajeras, en Huetamo 31 y San Lucas fue el municipio con menos diversidad con un total de 24 nuevas especies; todas las EAFM son consumidas por el ganado y aportan servicios ecosistémicos directos o de provisión para los humanos.

Las EAF se utilizan principalmente para obtener leña (26.6%) para la producción de postes para cerca 22.4%, medicinal para humanos 17.5%, consumo humano 14.8%, herramientas de trabajo 13% y en menor uso como fuente medicinal en animales (5.6%). Los árboles referidos como forrajeros son una fuente de alimento para el ganado y el hecho de que sean utilizados para varios fines, permite catalogarlos como árboles multipropósito entre los que destacan *Karwinskia latifolia*, *Caesalpinia pulcherrima*, *Leucaena macrophylla*, *Erithroxylon mexicanun*, *Heliocarpus pallidus*, *Annona diversifolia* y *Tamarindus indica* y representan un potencial valioso en la explotación de agostaderos.

La existencia de esta diversidad de EAFM es capaz de introducir elementos de sostenibilidad en los sistemas ganaderos actuales al hacerlos menos dependientes de insumos, además, de conferir varias ventajas, entre ellas, sus múltiples usos y a mejorar la productividad pecuaria.

BIBLIOGRAFÍA

Asfaw, Z., and Tadesse, M. 2001. Prospects for sustainable use and development of wild food plants in Ethiopia. *Economic Botany*. 55, 47–62.

Barrera-Marín, A., Barrera-Vázquez, A. y López-Franco, R. Ma.1976. Nomenclatura Etnobotánica Maya. Una interpretación taxonómica. INAH.

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. 367-394.

Berkes, F. & Turner N. 2006. Conocimiento, aprendizaje y resiliencia de los sistemas sociológicos. In: *El manejo de los recursos de uso común: la conservación de la biodiversidad*. L. Merino y J. Robson. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A. C., The Christensen Fund, Fundación Ford, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. pp. 22-33.

Cárdenas, M. J. V. 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.

Carvajal, A. J. J. 2005. Establecimiento de postes de chacah (*Busera smaruba* L. Sarg.) como cerco vivo. *Livestock Research for Rural Development*. 17 (2) p. 1-10. <http://www.lrrd.org/lrrd17/2/carv17022.htm>. Fecha de consulta: 01 de mayo de 2013.

CONAFOR 2009. Restauración de ecosistemas forestales. Guía básica para comunicadores, elaborado por la Unidad de Comunicación Social con información proporcionada por la Coordinación de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal. <http://www.conafor.gob.mx>. Fecha de consulta: 03 de agosto de 2015.

CONAFOR 2010. Convocatoria del Programa ProÁrbol de la Comisión Nacional Forestal 2010. Gerencia Regional VII, "Cuencas Centrales" y el Gobierno del Estado de Nuevo León, Corporación para el Desarrollo Agropecuario. <http://www.conafor.gob.mx>. Fecha de consulta: 03 de agosto de 2015.

Giday, M., Asfaw, Z., Woldu, Z., and Teklehaymanot, T. 2009. Medicinal plant knowledge of the Benchethnic group of Ethiopia: anethnobotanical investigation. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 5:34.

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*. Colombia, 18 (08):1-13. <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109>. Fecha de consulta: 12 de abril de 2013.

Gutiérrez, V. E., Ávila, R. N. A., González, G. J. C., Hernández, M. G. I., Juárez C. A. y Quintana, B. B. 2013. Usos y potencial forrajero de las especies arbóreas del trópico seco en el estado de Michoacán. Tercer Simposio Internacional sobre Producción Animal. Universidad Autónoma del estado de México. 6 y 7 de mayo.

INEGI 2012. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Carácuaro y Huetamo, Michoacán de Ocampo. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geográficos>. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2013.

Jiménez, F. G. J. 2000. Árboles y arbustos forrajeros de la región Maya-Tzotzil del norte de Chiapas, México. (Tesis Doctoral). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de Yucatán. p. 59-68.

Jones B. y Jr. S. 1987. *Sistemática Vegetal*. Mc Graw Hill. 2nd edition.

Kitula, Rukia A. 2007. Use of medicinal plants for human health in Udzungwa Mountains Forests: a case study of New Dabaga Ulongambi Forest Reserve, Tanzania. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2007, 3:7.

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. Agroforestería para la producción animal. FAO. 143. Roma. p. 07-122.

MARN 2009. Manual de Agroforestería para Zonas Secas y Semiáridas. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala/Mecanismo Mundial de la UNCCD. p. 102.

Molina-Mercado, V. M., Gutiérrez-Vázquez, E., Herrera-Camacho, J., Gómez-Ramos, J., Ortiz-Rodríguez, R. y Santos-Flores, J. 2008. Caracterización y modelación gráfica de los sistemas de producción bovina en Tierra Caliente, Michoacán: 1. Bovinos productores de carne. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia, 20 (2):1-9. <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/moli20195>.

Navarro, G. H. 2004. Agricultura Campesina-indígena, Patrimonio y Desarrollo Agroecológico Territorial. México. CONACYT-COLPOS.

Navarro, G. H., S, S. A., Lindermann, H. y Pérez, O. M. A. 2012. La diversidad de especies útiles y sistemas agroforestales. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 18(1):71-86.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (ONU). 2006. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. Hacia la ordenación forestal sostenible. Roma, Italia. Estudio. FAO-Montes 147.

Pinto. R. 2002. Árboles y arbustos con potencial forrajero del Valle Central de Chiapas. (Tesis de doctorado). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. México. p. 82-103.

Pinto. R. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderos de Chiapas, México. Usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. <http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia>. 26(1):19-31, 2010. Fecha de consulta: 30 de marzo de 2015.

Roldán V., Gasparotti, M., Luna, M., Piérola, F., Sola, J., Papel, C. y Pinto, M. 2005. Estudios comparativos de perfiles metabólicos minerales de vacas lecheras gestantes pertenecientes a la región centro de Santa Fe. Facultad de Ciencias Veterinarias. Esperanza-Santa Fe. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121205/120503.pdf>. Fecha de consulta: 01 de julio de 2013.

Rodríguez-Flores, O. R., Torríz-Centeno, E. A. y Valenzuela-Betanco, R. A. 2005. Plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades en los animales domésticos, Reserva Natural El Tisey, Estelí. (Tesis de Licenciatura). Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda.

Salazar, A. R., Pérez, L. L. A., López, A. J., Alanís, G. B. A y Waksman de T. N. 2009. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Plants from Northeast of Mexico . Oxford University Press. p.6. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/uk/>.

Sánchez, G. M. C. 1993. Árboles y arbustos utilizados como leña, en la comunidad de X-Uilub, Yucatán, México. Revista Biótica, Nueva Época. 1: 69-80.

Sánchez, R. G. y Sánchez, V. A. 2005. La Ganadería Bovina del Estado de Michoacán. Edit. Fundación Produce Michoacán, A. C. p. 37-76.

Savón, I. Mora. L. M. Dihigo, L. E., Rodríguez, V., Rodríguez, Y., Scull, I., Hernández, Y. y Ruiz, T. E. 2008. Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto intestinal de cerdos en crecimiento ceba. Zootecnia Tropical. 26(3):391-394.

SEMARNAP 2009. Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Atlas Forestal de México.

Soler A. J. G. and Luna P. A. 2008. Use of Terra Firme Forest by Caicubi Caboclos, Middle Rio Negro, Amazonas, Brazil. A Quantitative Study. Economic Botany. 62: 60–73.

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 México*. 42 (2):129-144.

Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Zapata A. y Solarte L. 2011. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. p.78.

Zaccagnini, E. M., Wilson, G. M. y Oszust, D. J. 2014. Manual de Buenas Prácticas para la Conservación del Suelo, la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Buenos Aires: Programa Naciones Unidas para el Desarrollo. PNDU: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, INFA. ISBN 978-987-1560-55-4. p.95.

CAPITULO II

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS FORRAJERAS DE IMPORTANCIA PARA LA GANADERÍA EN LA REGIÓN DE TIERRA CALIENTE, MICHOACÁN

Nallely López-Hernández¹, Ernestina Gutiérrez-Vázquez¹, Aureliano Juárez-Caratachea¹, Guillermo Salas-Razo¹, Armín Ayala-Burgos², Antonio García-Valladares³

ernestinagvazquez@gmail.com

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-UMSNH, Morelia, Michoacán, México.² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, Yucatán, México.³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-División de Estudios de Posgrado-UMSNH, Morelia, Michoacán, México.

RESUMEN

Se determinó la composición química de nuevas especies arbóreas forrajeras de importancia para la ganadería en la Región de Tierra Caliente, Michoacán. Los municipios que constituyeron el área de estudio fueron Carácuaro, Huetamo y San Lucas. Se aplicaron un total de 15 encuestas en cada uno de los municipios de la Región, con la finalidad de identificar los árboles con potencial forrajero. Los productores encuestados refirieron 73 árboles con uso forrajero que no habían sido referidos y evaluados, de los cuales, a 67 de ellos se les determinó proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, materia orgánica, cenizas, calcio y fósforo. La proteína cruda de los árboles analizados varió desde 7.29% para *Pseudosmodium perniciosum* hasta 29.79% en chaya N/C (especie no clasificada), mientras que el 98.53% de las especies presentaron niveles mayores a 8% de proteína cruda. De las especies evaluadas en el presente estudio, el 61.19% (41/67) presentaron concentraciones entre 49.54% a 59.58% de FDN. El mayor porcentaje de FDN se encontró en *Muntingia calabura* 70.11% y *Psidium*

guineensis mostró el valor más elevado 59.97% de fibra detergente ácida (FDA). *Bursera fagaroides* presentó las concentraciones más bajas de FDN 34.98% y *Frogueria formosa* 20.43% de FDA respectivamente. El contenido químico de las especies evaluadas, aporta un juicio nutricional preliminar para su uso en la alimentación de rumiantes. La diversidad de especies y de composición química muestra que estos recursos nativos presentan buenas características nutricionales y son una buena fuente de forraje de calidad y complementación en la dieta de los rumiantes durante la época de estiaje.

Palabras clave: proteína cruda, FDN, FDA, valor nutricional, fósforo

ABSTRACT

The chemical composition of new forage tree species of importance to livestock in the region of Tierra Caliente, Michoacan was determined. The municipalities that constituted the study area was Caracuaro, Huetamo and San Lucas. A total of 15 surveys in each of the municipalities in the region, in order to identify trees with forage potential were applied. The producers surveyed reported 73 trees with forage use that not have been referred and evaluated; of which 67 of them were determined crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, organic matter, ash, calcium and phosphorus. Crude protein of the trees analyzed ranged from 7.29% to 29.79% in *Pseudosmodium perniciosum* to chaya N/C (unclassified species), while 98.53% of the species had higher 8% crude protein. Of species assessed in this study, 61.19% (41/67) had concentrations between 49.54% to 59.58% NDF. The highest percentage of NDF was found in *Muntingia calabura* 70.11% and *Psidium guineensis* showed the highest 59.97% value of acid detergent fiber (ADF). *Bursera fagaroides* had the lowest NDF 34.98% and *Frogueria formosa* 20.43% respectively FDA concentrations. The chemical content of the species tested, provides a nutritional preliminary trial for use in ruminant feed. The diversity of species and chemical composition shows that these indigenous resources have good nutritional characteristics and are a good source of quality forage and supplement in the diet of ruminants during the dry season.

Keywords: crude protein, NDF, ADF, nutritional value, phosphorus

INTRODUCCIÓN

En la Región de Tierra Caliente, Michoacán, el sistema de mayor difusión es el subsistema vaca-becerro, el cual se caracteriza por el pastoreo extensivo donde se aprovecha principalmente los recursos naturales o inducidos, así como esquilmos agrícolas. Este subsistema productivo es el principal proveedor de ganado, para las engordas de la entidad u otras regiones del país (Sánchez y Sánchez, 2005).

Michoacán, como estado ganadero, afronta serio estancamiento en su desarrollo, lo que se refleja en la baja eficiencia productiva y reproductiva de la ganadería estatal; estos parámetros se relacionan con el manejo nutricional durante la época de sequía, ya que la calidad y la disponibilidad del forraje disminuye, lo que hace uno de los periodos más críticos para los animales (Savón *et al.*, 2008). Aunado a esto, los productores tienen que complementar la alimentación de sus animales con esquilmos agrícolas importados de otras regiones, lo cual, representa un costo adicional para ellos.

Una opción para enfrentar los problemas mencionados, es el impulso de los sistemas agroforestales, que implican la presencia de árboles y/o arbustos forrajeros multipropósito. Estos sistemas tienen el potencial de conservar los recursos naturales, controlar la erosión, reducir los daños del clima, aumentar la calidad del forraje y promover la biodiversidad vegetal y animal (Benavides, 1999). Los árboles forrajeros presentan innumerables ventajas para la ganadería extensiva, por poseer un alto valor nutritivo, bajo costo, además, de ser una alternativa biológica y ecológicamente viable, para el desarrollo sostenible de la ganadería (Ku *et al.*, 1999; Carvajal, 2005).

González *et al.* (2007), determinaron la composición química de 67 especies arbóreas; de éstas, 97% presentan concentraciones superiores a 8 % de proteína, lo cual supera los valores de los esquilmos agrícolas como el rastrojo de maíz que tiene 5.9% de proteína cruda (PC) y el 41.79% de las especies presentaron en promedio 1.05% de fósforo (P), esto cobra importancia porque el fósforo es un

mineral no renovable y es también el suplemento más costoso utilizado en la nutrición animal y la deficiencia de este mineral ocasiona problemas a nivel reproductivo; también contrasta con los bajos aportes de energía y proteína, que ofrecen los pastos y esquilmos agrícolas de la Región, insuficientes para cubrir las necesidades de los animales (Macedo *et al.*, 2007).

Lo anterior demuestra que las especies arbóreas y arbustivas presentes en la selva baja caducifolia representan potencial como fuente de alimento y complementación proteica y mineral para la ganadería. El objetivo de este trabajo fue contribuir en el conocimiento del potencial forrajero de las nuevas especies arbóreas nativas referidas y de importancia en la ganadería que aún no han sido evaluadas mediante la valoración de su composición química en la Región de Tierra Caliente, Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación: Los municipios que constituyen el área de estudio son: Carácuaro, Huetamo y San Lucas, pertenecientes al Distrito de Desarrollo Rural 093, que se encuentra en la Región denominada Tierra Caliente en la parte sur oriental de Michoacán. El clima predominante, pertenece al grupo de climas cálidos húmedos, con temperatura media anual mayor de 22°C y la de invierno de 18°C, en los meses de diciembre a enero. La temporada de lluvias comprende del 15 de junio al 30 de septiembre, con una precipitación media anual de 800 a 1,000 mm³ (INEGI, 2012).

Identificación de las especies arbóreas: Para identificar y registrar el conocimiento local de las especies de uso forrajero, se realizaron reuniones con Grupos Ganaderos de la Estrategia Pecuaria 2012-2013, constituidos en los diferentes municipios de la Región de Tierra Caliente (Carácuaro, Huetamo y San Lucas). La encuesta se aplicó de manera individual, estos ganaderos en su mayoría, tenían la particularidad de tener más años dedicados a la actividad ganadera, de contar con agostaderos y de mantener a sus animales bajo condiciones de pastoreo extensivo. En el estudio actual, se entrevistó a los

productores con el listado existente de EAF que a la fecha se tienen inventariadas en el estado de Michoacán. Se aplicaron un total de 45 encuestas, 15 por municipio.

Obtención de las muestras: De los árboles referidos como forrajeros, para determinar la composición química se tomaron muestras de follaje verde de tres individuos de cada especie, procurando que guardaran similitud en cuanto al tamaño, frondosidad y etapa fenológica. Se realizaron los muestreos durante el periodo de lluvias (agosto a noviembre) en localidades cercanas entre sí y la ubicación de los árboles muestreados fue georeferenciada con GPS GARMIN Etrex 12 CHANNEL. Apéndice 1. Las muestras se conservaron en bolsas de papel durante el muestreo en campo y posteriormente, se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C, durante 24 horas. Una vez secas, se molieron en un molino Fritsch Pulverisette 5 de jarras de jarras con balines a 300 rpm, durante 2 minutos (Figura 1).



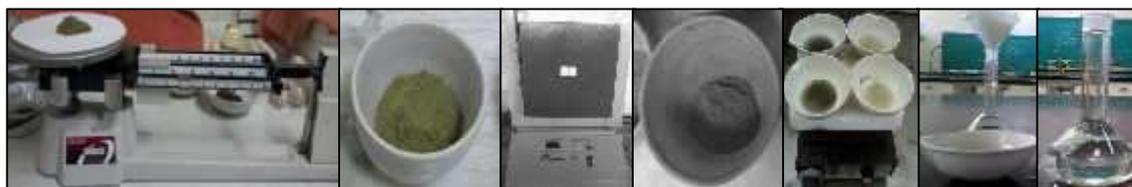
Figura 1. Recolección y procesamiento de muestras

A las muestras se les determinó cenizas y calcio y se estimó el contenido de materia orgánica (MO), mediante el método descrito por la AOAC (2005) (Fotografía 1). Se determinó el porcentaje de proteína cruda (PC) por el Método de Dumas Equipo LECO Modelo FP-528 (Fotografía 2). Por medio de la técnica descrita por Van Soest *et al.*, (1991), se evaluaron las fracciones de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) utilizando el Analizador de fibras Manual Operador ANKOM 200/220 (Fotografía 3). La determinación de fósforo se realizó por el Método Colorimétrico de Murphy & Riley (1962)

(Fotografía 4). Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Nutrición Animal y Fisiología Vegetal perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) y en el Laboratorio de Nutrición y Análisis de Alimentos (LANAA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Análisis estadístico: Para el procesamiento de los datos del contenido de proteína, FDN, FDA, fósforo, calcio, materia orgánica y cenizas, se utilizó estadística descriptiva (porcentajes y frecuencias). Los valores registrados, corresponden a promedios de análisis por duplicado. Las variables se analizaron a través de la distribución de frecuencias, según fórmula sugerida por Sturges (citado por Daniel, 1977); para la determinación de clases: $1+3.3(\log n)$, donde n representa la cantidad de árboles a los que se les ha determinado la composición química, en tanto, que 1 y 3.3 son valores constantes.

Fotografía 1. Determinación de calcio en alimentos. Método de titulación con KMnO_4



Pesar 2 gr de muestra e incinerar en una mufla a 550°C / 2 hrs Digestión HCl conc. Filtrar

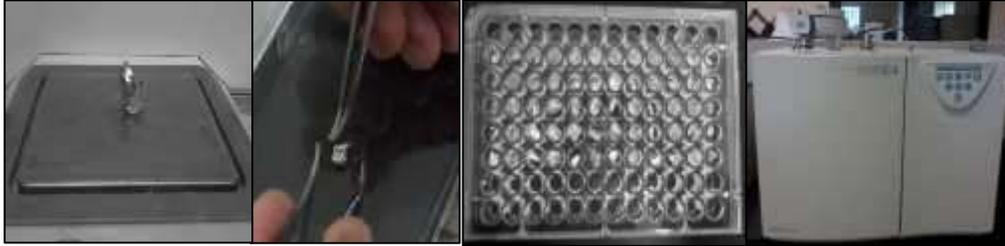


50 ml sol. madre Indicador rojo de metilo, NH_4OH 1:1 (color amarillo), HCl 1:3 (color rosa) Agregar agua destilada Calentar y agregar oxalato de amonio 4.2% Calentar en estufa 100°C / 1:30 hr.



Filtrar y agregar NH_4OH 1:50 (color amarillo). Filtrar hasta que la sol. ya no esté turbia. Lavar con agua destilada el papel filtro. Tirar el sobrenadante y agregar 100 ml de H_2SO_4 5:60. Calentar Titular con KMnO_4

Fotografía 2. Proteína cruda: Método de Dumas



Pesar 60 ± 3 mg de muestra y 0.1-0.2 gr. de material vegetal

Calibrar el equipo y correr las muestras

Fotografía 3. Determinación de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida: Manual Operador ANKOM 200/220. Analizador de fibras.



Marcar la bolsa F57. Pesar la bolsa en balanza analítica, y registrar el peso. Pesar 1 gr. de muestra molida directamente en la bolsa, sellar la bolsa.

Colocar las bolsas con muestra en el suspensor de bolsas del equipo de digestión y añadir 2L de sol. FDN. Calentar y agitar 75 min. Drenar y enjuagar 3 veces con agua destilada/ 10 min.



Lavar y enjuagar las bolsas con acetona/10 min. Exprimir las bolsas, acomodar en una charola y dejarlas orear hasta que el olor a acetona desaparezca

Secar en una estufa 100°C / 4 hrs. Dejar enfriar en un desecador y pesar las bolsas

Fotografía 4. Determinación de fósforo: Método Colorimétrico



Lavar el material con jabón libre de fosfato y con sol. HCl 20%. Enjuagar con agua desionizada

Pesar 70 mg de muestra y colocarlas en viales de vidrio de 20 ml. Pesar el estándar de referencia de fósforo

Calcinar las muestras en una mufla a 500°C/8-12 hrs.



Digerir las muestras: Agregar 8 ml de HCl 100 mM a las muestras calcinadas y dejar reposar 15 min. Filtrar a vacío con papel filtro Whatman No. 1



Colocar el filtrado en frascos con tapa

Preparar curva de calibración: 4 ml de sol. de cada estándar 0.75, 1.25, 2.5, 5.0, 10.0, 20.0 y 40.0 (uM) + 1 ml de reactivo B y dejar reposar 30 min para el desarrollo de color



Preparar las muestras y el tejido estándar: 100 µl de muestra+ 3900 µl de agua desionizada + 1 ml de reactivo B. Blanco: 4 ml de agua desionizada + 1 ml de reactivo B. Control: 4 ml de sol. Estándar 3 + 1 ml de reactivo B. Dejar reposar 30 min para el desarrollo de color. Colocar la muestra en una celda

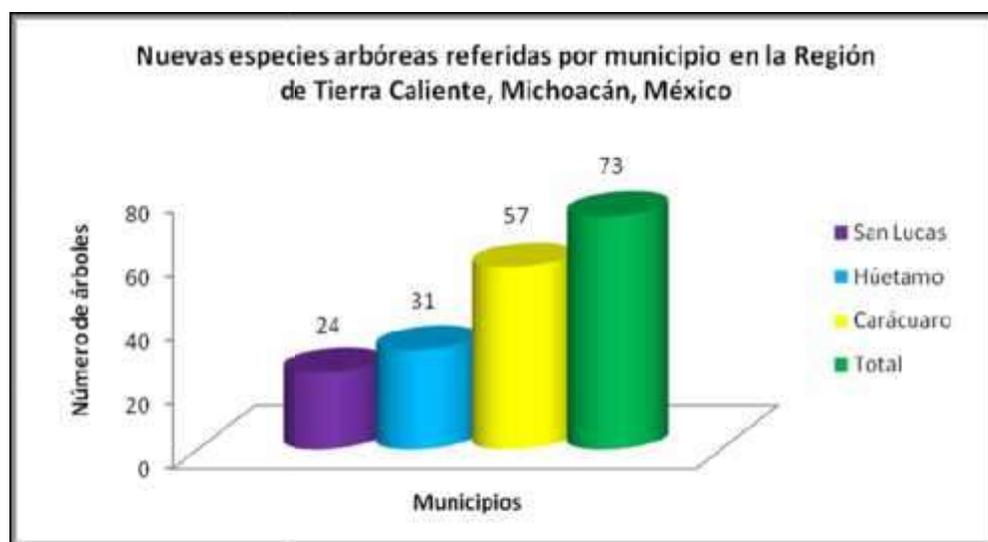


Leer a 880 nm en un espectrofotómetro ultravioleta-visible Perkin-Elmer. Modelo Lambda 40
Refrigerar las muestras a 4°C

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del valor nutricional de las 67 especies arbóreas que fueron referidas por los ganaderos recientemente se muestran en el Cuadro 1. Los productores encuestados refirieron la existencia de 73 árboles que no habían sido mencionados previamente en los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas (Gráfico 1).

En el Cuadro 1 se incluyen los nombres con los que se conocen en la Región, lo cual, muestra la gran diversidad de material vegetativo nativo que tiene importancia económica y social; a través de la composición química, estas especies arbóreas pueden ser valoradas como forrajeras y son utilizadas como fuente de alimento para el ganado en la Región.



Gráfica 1. Número de nuevas especies arbóreas forrajeras referidas por los productores de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México.

Es posible que éstos árboles hayan existido en esos sitios en el pasado, pero que los ganaderos más jóvenes no tengan suficiente información acerca de sus bondades, ha ocasionado que este grupo de productores deforeste sus agostaderos sembrando pastos inducidos y otro tipo de cultivos como la sandía, papaya, melón, calabacita, entre otras, ocasionando a su vez, la destrucción de grandes extensiones de las selvas para abrir paso a la ganadería, acabando poco a poco con la diversidad vegetal y con el material nativo que tiene importancia

económica y social (González *et al.*, 2006). Este proceso en alza, enciende un alerta debido a la velocidad en los cambios producidos sobre la biodiversidad, y en la pérdida de procesos funcionales y de provisión de servicios ecosistémicos (Zaccagnini *et al.*, 2014).

Sin embargo, esta diversidad vegetativa representa una opción para enfrentar los problemas de escasez de forraje, por lo tanto, la presencia de los árboles forrajeros coadyuva a la producción ganadera extensiva dado que, los forrajes en praderas nativas tienden a poseer altos niveles de lignificación, bajos niveles de nitrógeno y energía, lo que disminuye la digestibilidad del forraje y por ende, el aprovechamiento que los animales pueden alcanzar de esos forrajes. Aunado a esto, la estacionalidad tiene importante influencia negativa en la disponibilidad y calidad de las especies de pastos nativos (Cárdenas, 2003).

Cuadro 1. Composición química de follaje verde (porcentaje en base seca) de 67 nuevas especies arbóreas forrajeras de la Región de Tierra Caliente, Michoacán. México

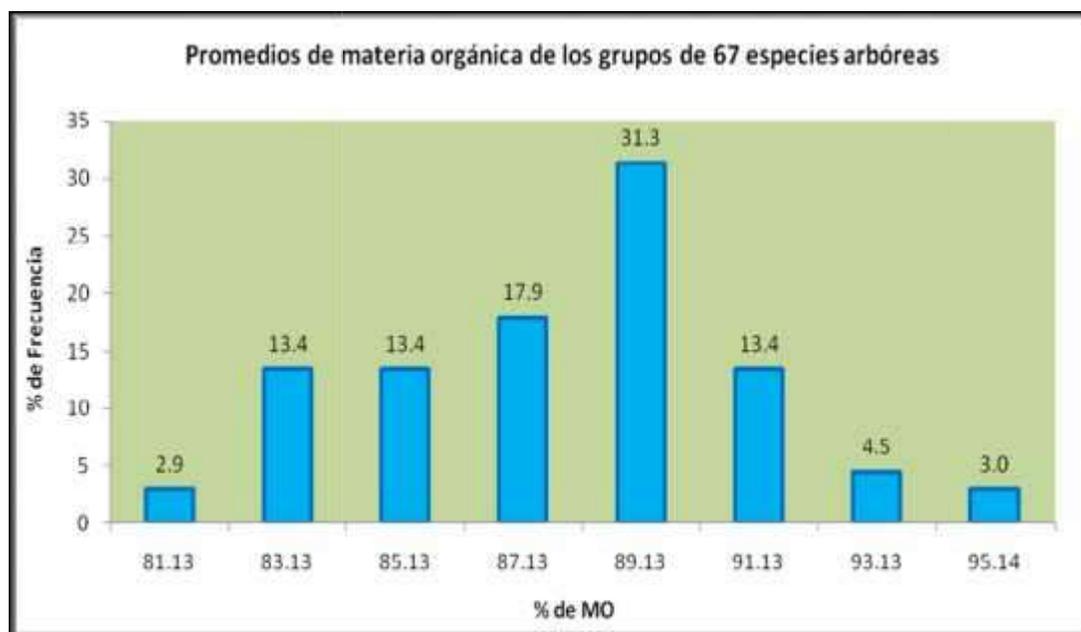
Especie	Familia	Nombre común	PC	Ce	MO	Ca	P	FDN	FDA
<i>Anona muricata</i>	Anonaceae	Anono	16.77	9.77	90.23	0.63	0.17	66.66	35.19
<i>Pithecellobium arboreum</i>	Mimosaceae	Arumbilla	22.99	10.56	89.44	0.93	0.21	60.23	33.36
<i>Myroxylon balsamun</i>	Leguminosae	Bálsamo	19.59	12.02	87.98	1.19	0.17	66.21	32.60
<i>Hippocratea excelsa</i>	Hyppocrateaceae	Barajilla	13.42	16.46	83.54	1.40	0.27	65.40	37.01
<i>Casearia dolichophylla</i>	Flacourtiaceae	Bola de pájaro	13.88	12.58	87.42	0.78	0.20	62.00	42.68
<i>Muntingia calabura</i>	Elaeocarpaceae	Cacámica	15.07	11.44	88.56	0.65	0.25	70.11	45.93
<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae	Candelero	9.88	13.88	86.12	1.13	0.32	57.13	37.88
<i>Ayenia sp.</i>	Esterculiaceae	Capulín	11.85	12.53	87.47	0.91	0.19	65.00	41.14
<i>Trichilia americana</i>	Bombacaceae	Cascabelillo	12.74	10.29	89.72	0.84	1.10	39.90	22.97
<i>Frogueria formosa</i>	Fouquieriaceae	Cascarilla	11.21	4.74	95.26	0.34	0.15	41.98	20.43
<i>Ipomoea murucoides</i>	Convolvulaceae	Cazahuate	17.86	9.53	90.47	0.73	0.25	51.30	34.91
<i>Ficus incipida</i>	Moraceae	Ceiba caballona	10.36	15.65	84.35	1.14	0.15	52.00	43.83
<i>Thovinidium decandrum</i>	Sapindaceae	Charapo	16.35	12.07	87.93	1.23	0.32	63.09	45.80
<i>Karwinskia latifolia</i>	Ramnaceae	Chirimilla	14.33	10.57	89.43	1.31	0.17	65.49	48.57
<i>Serjania sp.</i>	Sapindaceae	Colmillo de Cucho	12.52	14.03	85.97	1.57	0.15	58.24	47.66
<i>Bursera heteresthes</i>	Burseraceae	Copal negro	9.12	11.94	88.06	1.00	0.18	66.12	54.01
<i>Lonchocarpus hintonii</i>	Leguminosae	Cuerillo	15.50	10.36	89.64	1.18	0.16	53.47	45.60
<i>Acacia</i>	Leguminosae	Espino	15.59	5.65	94.35	0.58	0.19	63.41	54.71

<i>cochliacantha</i>										
<i>Neopringlea</i> sp.	Sapindaceae	Granjeno	21.97	16.44	83.57	2.30	0.18	59.45	21.57	
<i>Heliocarpus pallidus</i>	Tiliaceae	Guácima blanca	13.62	7.93	92.07	1.07	0.19	62.73	40.40	
<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Tiliaceae	Guácima colorada	11.18	12.23	87.77	1.63	0.27	60.45	37.37	
<i>Combretum igneiflorum</i>	Combretaceae	Guan viejo	12.71	12.50	87.51	1.90	0.16	53.48	32.31	
<i>Annona diversifolia</i>	Anonaceae	Hilamo	16.17	10.80	89.20	1.30	0.18	62.72	26.57	
<i>Leucaena macrophylla</i>	Leguminosae	Huajillo colorado	22.65	9.28	90.72	1.03	0.20	62.17	34.98	
<i>Perymenium</i> sp.	Compositae	Jacal de venado	11.38	11.57	88.43	1.24	0.10	53.53	52.39	
<i>Cephalanthus salicifolius</i>	Rubiaceae	Jazmín	12.46	4.36	95.64	0.53	0.28	49.81	35.23	
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	Anacardiaceae	Jiote	7.29	6.69	93.31	0.91	0.17	57.50	54.15	
<i>Xylosma velutinum</i>	Flacourtiaceae	Junco	11.58	7.46	92.54	0.86	0.15	56.71	41.28	
<i>Zantoxylon affine</i>	Rutaceae	Limoncillo	18.74	10.37	89.63	1.33	0.19	51.35	42.51	
<i>Citrus aurantifolia</i>	Rutaceae	Limón agrio	13.71	14.48	85.52	2.18	0.20	46.63	33.86	
<i>Piper</i> sp.	Leguminosae	Moco de tundo	14.58	10.37	89.63	1.18	0.18	65.40	43.06	
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	Nanche amarillo	11.49	7.08	92.92	0.82	0.12	50.66	57.46	
<i>Piper</i> sp.	Piperaceae	Nanchal	20.42	16.69	83.31	1.30	0.19	52.67	39.10	
<i>Lippia</i> sp.	Verbenaceae	Oreganillo	14.83	11.78	88.22	0.86	0.26	46.14	31.46	
<i>Otatea acuminata</i>	Gramineae	Otate	13.09	16.47	83.53	0.31	0.10	69.70	41.50	
<i>Lonchocarpus emarginata</i>	Leguminosae	Palo de aro	15.86	12.74	87.26	1.03	0.17	53.37	42.95	
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	Anacardiaceae	Palo colorado	10.97	9.87	90.14	0.86	0.15	59.73	57.27	
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Fabaceae	Palo dulce	19.28	9.61	90.39	0.62	0.14	62.74	43.81	
<i>Pisonia aculeata</i>	Nyctaginaceae	Palo prieto	13.93	7.65	92.35	0.72	0.11	53.79	44.23	
<i>Buihinia</i> sp.	Leguminosae	Pata de venado blanca	20.27	9.34	90.66	1.07	0.16	53.03	27.82	
<i>Bursera fagaroides</i> var. <i>Fagaroides</i>	Burseraceae	Papelillo	12.12	13.94	86.06	0.88	0.14	34.98	29.03	
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Bombacaceae	Pochota	19.06	11.46	88.54	1.28	0.22	65.57	33.81	
<i>Andira inerves</i>	Leguminosae	Quiringucua	26.64	4.89	95.11	0.44	0.28	65.84	47.80	
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	Leguminosae	Sangre de toro	23.39	9.96	90.04	1.11	0.52	58.86	35.54	
<i>Oreopanax xalapensis</i>	Araliaceae	Satánicua	17.11	10.24	89.77	0.72	0.19	56.46	41.36	
<i>Rhamnaceae colubrina</i>	Ramnaceae	Suelda con suelda	22.98	16.49	83.51	1.93	0.20	38.98	23.98	
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Leguminosae	Surundanicuo	20.67	7.95	92.05	0.78	0.30	54.76	48.16	
<i>Tamarindus indica</i>	Leguminosae	Tamarindo	13.20	8.75	91.26	1.32	0.15	47.53	32.47	
<i>Psidium guineensis</i>	Apocynaceae	Tarimoro	10.31	15.44	84.56	1.78	0.10	53.92	59.97	
<i>Acacia pennatula</i>	Leguminosae	Tepamo	13.32	9.03	90.98	1.44	0.13	49.13	52.49	
<i>Pithecellobium mangense</i>	Leguminosae	Timbinillo	21.97	9.29	90.71	1.43	0.17	44.04	25.70	
<i>Erithroxylon mexicanum</i>	Erythroxylaceae	Trompillo	19.99	7.26	92.74	0.69	0.23	52.05	35.94	
<i>Montanoa</i> sp.	Compositae	Vara blanca	21.18	18.26	81.75	0.92	0.30	43.53	31.00	
<i>Bursera grandifolia</i>	Buseraceae	Wende verde	10.77	10.42	89.58	1.08	0.19	58.23	51.24	
N/C	N/C	Aparicua	21.08	16.32	83.68	1.78	0.19	49.61	29.77	
N/C	Leguminosae	Araricua	19.80	13.84	86.17	1.26	0.38	59.45	34.90	
N/C	N/C	Bejuco	18.64	15.43	84.57	0.99	0.33	51.63	34.51	
N/C	N/C	Cahuinga	29.01	9.97	90.03	0.52	0.29	39.84	25.60	

N/C	N/C	Campirinche	9.07	9.29	90.71	1.61	0.09	61.42	47.65
N/C	N/C	Candelillo	14.17	7.27	92.73	1.79	0.14	47.20	46.40
N/C	N/C	Chacapo	17.90	10.44	89.56	0.87	0.14	39.46	27.42
N/C	N/C	Chaya	29.79	14.15	85.85	1.23	0.29	44.16	38.39
N/C	N/C	Copal de santo	10.67	13.54	86.46	1.57	0.22	53.53	52.01
N/C	N/C	Margarita	15.64	13.20	86.80	0.88	0.13	63.10	40.26
N/C	Piperaceae	Montón de indio	21.14	8.63	91.37	1.01	0.22	52.16	43.91
N/C	N/C	Tabachincillo	20.16	14.12	85.88	0.87	0.13	51.23	36.50
N/C	N/C	Zorrillillo	15.21	18.37	81.63	0.74	0.10	45.70	27.81
Promedio ()			16.15	11.31	88.69	1.09	0.21	55.13	39.39
Desv. estándar			4.90	3.32	3.32	0.42	0.13	8.38	9.45

N/C= Especies no clasificadas PC=Proteína cruda, Ce= Cenizas, MO=Materia Orgánica, Ca=Calcio, P= Fósforo, FDN= Fibra Detergente Neutra, FDA= Fibra Detergente Ácida

El 2.9% de los árboles muestreados contienen 81.13% de materia orgánica, correspondiente este valor al zorrillillo (especie no clasificada), en tanto, que el valor más alto lo presenta *Cephalanthus salicifolius* con un 95.64%, aunque la mayor frecuencia (62.69%) correspondiente a 42 de las especies analizadas presentan más del 87.13% de MO, (Gráfico 2).

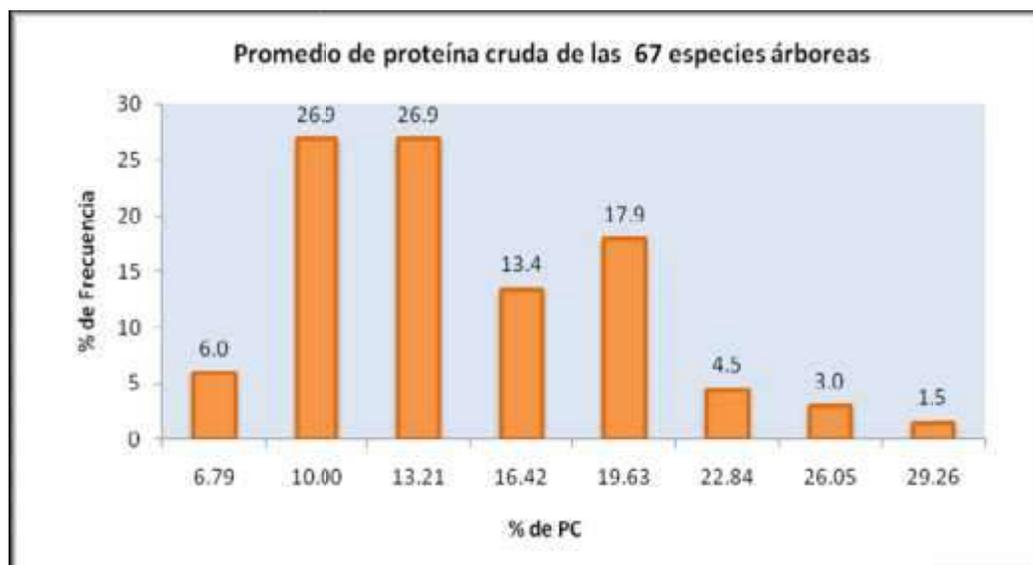


Gráfica 2. Promedios de materia orgánica de los grupos de 67 especies arbóreas.

La concentración de proteína cruda (PC) fue variable, como se muestra en la Gráfica 3, con rangos de 6.79% de PC en el 6% de las especies analizadas, hasta 29.26% para el 1.5% de las especies arbóreas. El valor más bajo (7.29%) fue para *Pseudosmodingium perniciosum* y el más alto para chaya N/C (especie no clasificada) con 29.79%, como se muestra en el Cuadro 1.

De acuerdo con Sosa *et al.*, (2004), la selección de especies arbóreas con potencial forrajero tiene que superar el 8% de concentración de PC, característica que poseen el 98.53% de las especies evaluadas en el presente estudio.

En investigación anterior (González *et al.* 2007), refiere que 97.01% de las especies estudiadas presentan tal atributo. Los valores anteriores varían en relación con los encontrados en el presente estudio y pueden atribuirse a varios factores como: tipo de suelo, estado fenológico de la planta, cercanía a fuentes de agua, entre otros (Sosa *et al.*, 2004).



Gráfica 3. Promedios de proteína cruda de 67 especies arbóreas.

Pinto (2010), en un estudio sobre árboles forrajeros en tres regiones ganaderas de Chiapas, reporta una concentración promedio de PC de 19% en el follaje verde de las especies evaluadas, superando ampliamente el contenido de este nutriente en comparación con los pastos de la región.

Los resultados de PC muestran variabilidad entre las diferentes especies presentes en la Región, aunque el 53.7% de los árboles (36/67) contienen entre 10 y 13.21% de PC. Dentro de estos árboles se encuentran *Psidium guineensis* (10.31%), *Heliocarpus occidentalis* (11.18%), *Perymenium sp.* (11.38%), *Combretum igneiflorum* (12.71%) y *Tamarindus indica* (13.20%), por mencionar algunos. Es evidente que el valor de éstos árboles supera el valor de los esquilmos agrícolas que se usan de manera cotidiana, como el rastrojo de maíz que cuenta con 5.9% de PC y representa el principal alimento durante la época seca del año (Macedo *et al.*, 2007).

Las concentraciones de FDN para los diferentes árboles muestreados reflejan valores inferiores al 50%, excepto para *Zantoxylon affine* (51.35%), *Ficus incipida* (52%), *Pithecellobium arboreum* (60.23%) y *Muntingia calabura* (70.11%) como se aprecia en el Cuadro 1. De las especies evaluadas en el presente estudio, el 61.19% (41/67) presentaron concentraciones entre 49.54% a 59.58% de FDN y sólo el 4.5% (3/67 especies) presentó niveles inferiores al 34.48%.

Los valores de FDA y FDN se presentan en los Gráficos 4 y 5 respectivamente. El 64.18% (43/67) de las especies se encuentran entre 31.23 a 42.53% de FDA. En este rango de bajos y altos niveles de FDA en el presente estudio se encuentran *Frogueria formosa* 20.43% y *Psidium guineensis* con 59.49%, respectivamente.

Los valores de FDN y FDA se utilizan para la predicción de la calidad de los forrajes, la ingestión de la materia seca, la digestibilidad y el valor energético de los alimentos. Altas concentraciones de FDN en forrajes se asocia con un menor consumo y altas concentraciones de FDA se asocia con baja digestibilidad ruminal (El-Hassan *et al.*, 2000). El exceso de fibra reduce la capacidad de ingestión de alimentos, la digestibilidad de la ración, la síntesis de proteína microbiana ruminal y el aporte de energía (Calsamiglia, 1997).

En general, la digestibilidad del material vegetativo en el rumen está relacionado con la proporción de paredes celulares y se considera que especies arbóreas con contenidos de 20 a 35% de FDN, presentan altos niveles de digestibilidad (Sosa *et*

al., 2004, González *et al.*, 2007). Al respecto, Norton (1994) indica que cuando los niveles de FDN en especies arbóreas oscilan alrededor de 40% deben ser considerados como adecuados por su potencial de digestibilidad.

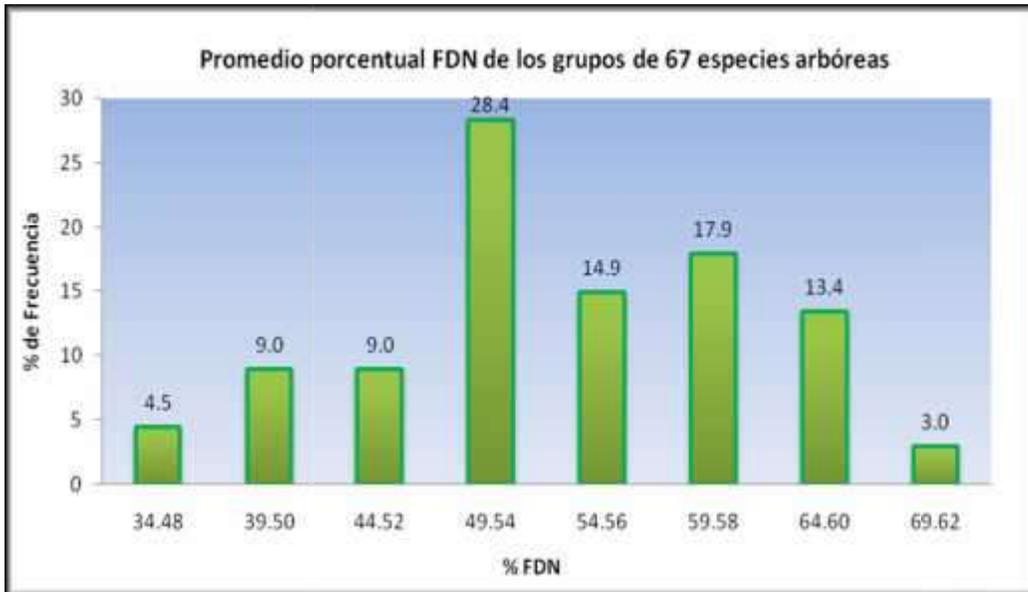
Sin embargo, existe otro criterio de valoración de la calidad de forrajes asignado por el *American Forage and Grassland Council* (Cuadro 2). En relación a lo señalado anteriormente, el 61.19% de las especies evaluadas pueden presentar niveles aceptables de digestibilidad.

Cuadro 2. Clasificación de calidad de forrajes (% materia seca)

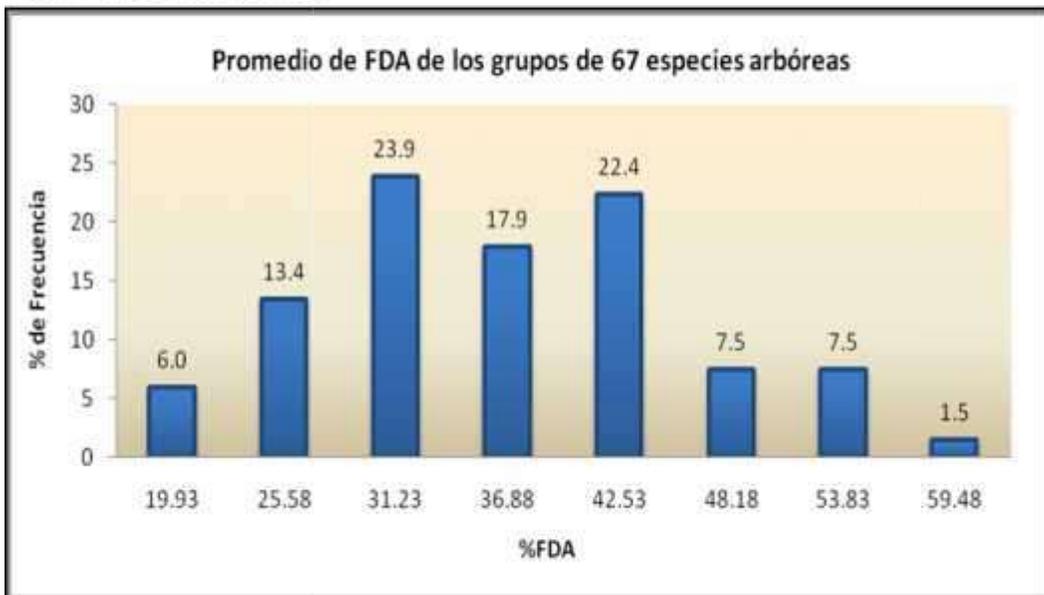
Clasificación	FDN %	No. Especies	FDA %	No. Especies
Excelente	<41	5	<31	13
Primera	40-46	5	31-35	11
Segunda	47-53	24	36-40	10
Tercera	54-60	13	41-42	6
Cuarta	61-65	10	43-45	8
Quinta	>65	10	>45	19

Dentro de las especies que por su nivel de fibra, se especula sean altamente digestibles, están *Bursera fagaroides* var. *Fagaroides*, *Thovinidium decandrum*, *Frogueria formosa*, *Citrus aurantifolia*, *Tamarindus indica*, *Cephalanthus salicifolius* (Cuadro 1), respectivamente. Las nuevas especies arbóreas evaluadas en este trabajo, presentan en su mayoría características nutricionales similares a lo reportado por González *et al.* (2007).

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



Gráfica 4. Promedio porcentual de fibra detergente neutra de los grupos de clases de 67 especies arbóreas.

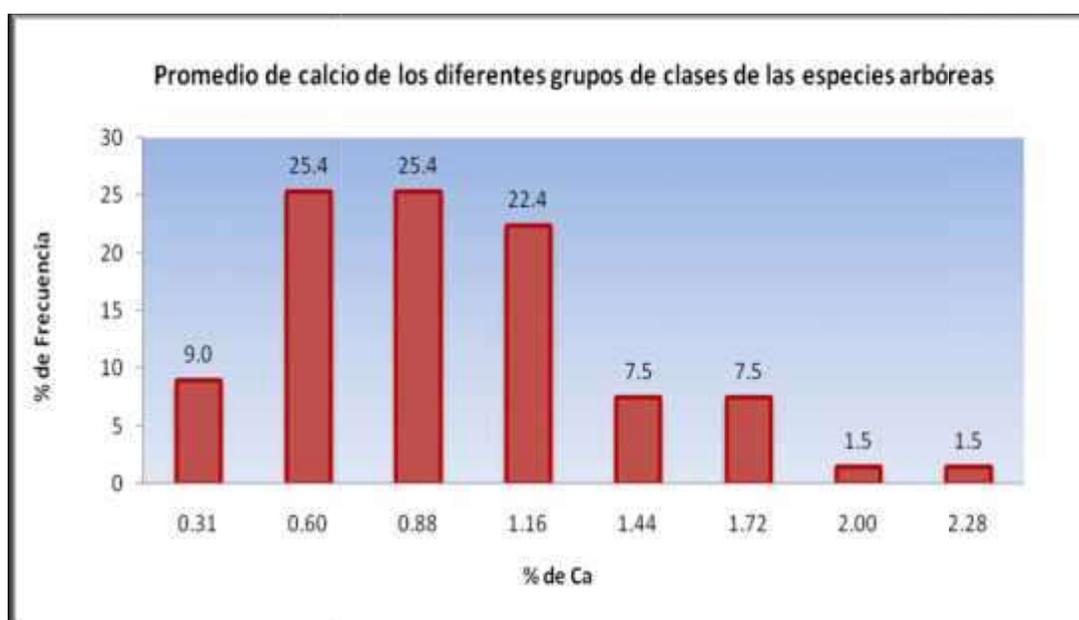


Gráfica 5. Promedio porcentual de fibra detergente ácida de los grupos de clases de 67 especies arbóreas.

Las concentraciones de calcio (Ca) mostraron un rango de 0.31% a 2.28%, aunque la mayoría de las especies, 49 de las 67 que fueron analizadas representan el 73.13%, y mostraron una concentración de 0.60 a 1.16% de este mineral (Gráfica 6).

Estos valores superan los contenidos de calcio en los alimentos comúnmente usados para la alimentación del ganado, tal es el caso, de la paja de avena (*Avena sativa*) 0.24%, rastrojo de maíz (*Zea mays indentata*) 0.57% y ensilado de maíz (planta completa) 0.10%, sorgo parte aérea con cabezas (*Sorghum bicolor*) 0.40% y sorgo (rastrojo) 0.52%, respectivamente (NRC, 1996).

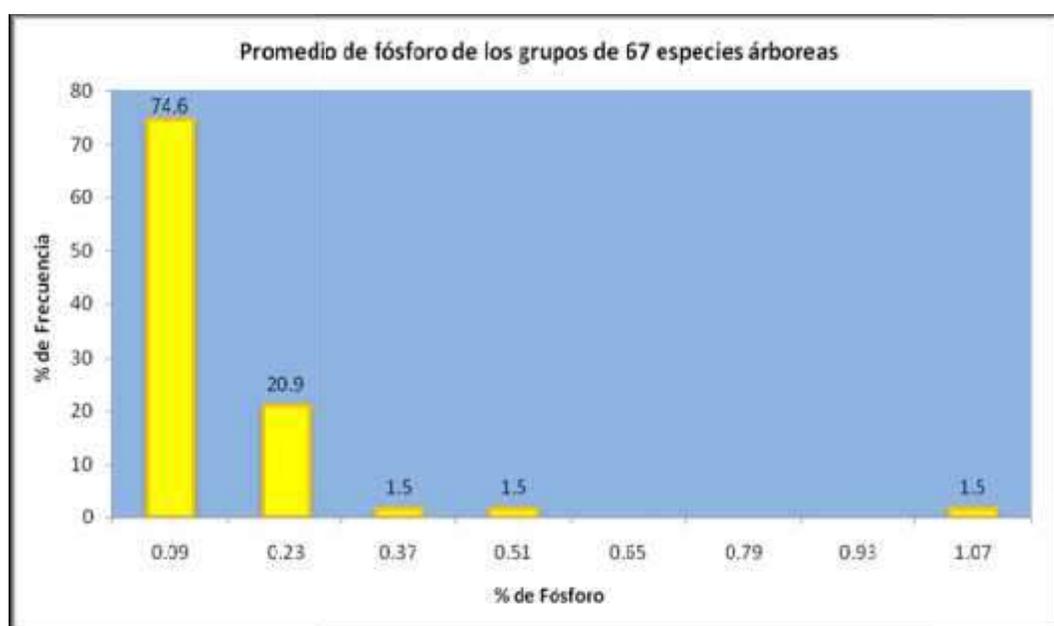
El resto de las especies evaluadas presentaron valores similares al ensilado de alfalfa (*Medicago sativa*) 1.41% y alfalfa fresca (*Medicago sativa*) 2.19% (NRC, 1996).



Gráfica 6. Promedios de calcio de los diferentes grupos de clases de las especies arbóreas.

La especie *Otatea acuminata* presentó el valor más bajo de calcio correspondiente a 0.31% y *Neopriglea sp.* con 2.30% de Ca siendo la especie que presentó la mayor concentración de este mineral, en comparación con el resto de las demás especies (Cuadro 1).

El 74.63% (50/67) de las especies presentaron en promedio $0.21\% \pm 0.13$ de P y corresponden a mayor frecuencia en el presente estudio (Gráfico 7). La concentración varía de 0.09% en el campirinche (especie no identificada) hasta 1.10% en la especie *Trichilia americana*. Los resultados obtenidos muestran, que la mayoría de estas especies arbóreas como, por ejemplo: *Byrsonima crassifolia* (0.12%), *Tamarindus indica* (0.15%), *Buihinia sp.* (0.16%), *Anona muricata* (0.17%) contienen más cantidad de este mineral en comparación con el rastrojo de maíz que aporta sólo el 0.10%.



Gráfica 7. Promedios de fósforo de los diferentes grupos de clases de las especies arbóreas.

Por otra parte, el fósforo es el suplemento más costoso utilizado en la nutrición animal y es también un mineral no renovable. Cabe destacar que durante la época de secas, la disponibilidad de los pastos se ve reducida en calidad y cantidad; además, muchos de estos pastos son nativos o forrajes maduros por lo que el contenido y disponibilidad de minerales como Ca y P se reduce, representando el follaje verde y la hojarasca de los árboles forrajeros, una fuente importante de estos minerales durante la época crítica (Rubanza *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

De las 73 nuevas especies arbóreas forrajeras que fueron referidas por los productores en los municipios de la región de Tierra Caliente, a través de la composición química, se determinó el valor nutricional de 67 de ellas.

El 98.53% de las especies evaluadas, presentan valores superiores a 8% de proteína, una de las principales características para que se consideren como árboles forrajeros. Se encontró variación en cuanto a su composición química y los valores de PC fluctuaron de 7.29% a 29.79% de PC.

El 61.19% presentaron niveles de FDN que oscilan entre 49.54 y 59.8%, por lo que se esperaría niveles aceptables de digestibilidad en comparación con los pastos nativos y esquilmos agrícolas de la región.

El 74.6% de las especies presentaron en promedio 0.21% de fósforo, lo cual contrasta con el rastrojo de maíz que aporta sólo el 0.10% de este mineral.

Las características nutricionales de las especies arbóreas forrajeras estudiadas, indican el potencial de estos recursos nativos como una fuente de forraje de calidad y por el contenido de nutrientes, algunas EAF pueden ser alimento base en la dieta de los rumiantes.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International. 18th Edition. Revisión 1, 2006, AOAC International, Arlington, VA.

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. 367-394.

Cárdenas, M. J. V. 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.

Carvajal, A. J. J. 2005. Establecimiento de postes de Chacah (*Busera smaruba* L. Sarg.) como cerco vivo. *Livestock Research for Rural Development*. 17 (2) p. 1-10. <http://www.lrrd.org/lrrd17/2/carv17022>. Fecha de consulta: 01 de mayo de 2013.

Casalmiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. Departamento de Patología y Producción Animal. Universidad Autónoma de Barcelona. *Revista FEDNA*. Fecha de consulta: 20 de febrero de 2015.

Daniel, W. W. 1977. *Bioestadística: Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud*. Edit. Limusa. México, D.F. pp. 23-27.

El-Hassan S. M., Lahlou A., Newbold C. J. y Wallace J. 2000. Chemical composition and degradation characteristics of foliage of some African multipurpose trees. *Animal Feed Science and Technology* 86 (1-2):27-37. Fecha de consulta: 05 de mayo de 2015.

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*. Colombia, 18 (08):1-13. <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109>. Fecha de consulta: 12 de abril de 2013.

González, G. J. C., Ayala, B. A. y Gutiérrez, V. E. 2007. Chemical composition of tree species with forage potential from the región of Tierra Caliente, Michoacán, México. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 41(1):81-86. Fecha de consulta: 10 de abril de 2013.

INEGI 2012. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Carácuaro y Huetamo, Michoacán de Ocampo*.

<http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geográficos>. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2013.

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. Agroforestería para la producción animal. FAO. 143. Roma. p. 07-122.

Larbi, A., Smith, J. W., Kurdi, I. O., Adenkule, A. M. y Ladipo, D. O. 1998. Chemical composition, rumen degradation and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. *Animal Feed Science and Technology*. 72(1-29):81-96.

Macedo, A., Gutiérrez, E. y Salas, G. 2007. Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales de melaza urea en vacas anéstricas en Carácuaro, Michoacán. México. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. 18 (11):1-13. <http://www.lrrd.org/lrrd18/11/macc18156>. Fecha de consulta: 15 de mayo de 2013.

Murphy, J. and Riley, J. P. (Update on 03-27-03 by Bob Snyder), Taken from: A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters, *Analysis Chemical. Acta*, (2781962). p. 31-36. Fecha de consulta: 29 de enero de 2015.

Norton, B. W. 1994. The nutritive value of tree legumes. In: *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. C. Gutteridge and H. Shelton (Eds). CAB International, UK. pp.177-192.

National Research Council (NRC). *Nutrient Requirements of Beef Cattle* National Academy Press. Washington, D. C. Seventh Revised Edition. 1996. Fecha de consulta: 25 de febrero de 2015.

Pinto. R. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderos de Chiapas, México. Usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. <http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia>. 26(1):19-31, 2010. Fecha de consulta: 30 de marzo de 2015.

Rubanza, C. D. K., Shem, M. N., Bakengesa, S. S., Ichione, T. and Fujihara, T. 2005. Content of macro and micro minerals of deferred forages in solvopastoral traditional fodder banks (Ngitiri) of Meatu district of central northwestern Tanzania. *Livestock Research for Rural Development* 17(5):1-9. Fecha de consulta: 09 de febrero de 2015.

Sánchez, R. G. y Sánchez, V. A. 2005. La Ganadería Bovina del Estado de Michoacán. Edit. Fundación Produce Michoacán, A. C. p. 37-76.

Savón, I. Mora, L. M. Dihigo, L. E., Rodríguez, V., Rodríguez, Y., Scull, I., Hernández, Y. y Ruiz, T. E. 2008. Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto intestinal de cerdos en crecimiento ceba. *Zootecnia Tropical*. 26(3):391-394.

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 México*. 42 (2):129-144.

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.

Zaccagnini, E. M., Wilson, G. M y Oszust, D. J. 2014. Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Edición. Buenos Aires: Programa Naciones Unidas para el Desarrollo. PNDU: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, INFA. ISBN 978-987-1560-55-4. p.95.

CAPITULO III

DETERMINACIÓN DE FENOLES TOTALES Y TANINOS CONDENSADOS EN NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS FORRAJERAS DE IMPORTANCIA PARA LA GANADERÍA EN LA REGIÓN DE TIERRA CALIENTE, MICHOACÁN

Nallely López-Hernández¹, Ernestina Gutiérrez-Vázquez¹, Aureliano Juárez-Caratachea¹, Guillermo Salas-Razo¹, Armín Ayala-Burgos², Antonio García-Valladares³

ernestinagvazquez@gmail.com

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-UMSNH, Morelia, Michoacán, México.² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, Yucatán, México.³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-División de Estudios de Posgrado-UMSNH, Morelia, Michoacán, México.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la concentración de fenoles totales y taninos condensados en nuevas especies arbóreas forrajeras de la Región de Tierra Caliente, Michoacán. Se aplicaron 15 encuestas a productores de los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas para identificar las especies arbóreas con potencial forrajero. Los productores refirieron un total de 73 nuevas especies arbóreas forrajeras, de 67 de ellas se obtuvo una muestra botánica para análisis. Se encontró que el 32.83% (22/67) presentaron valores menores al 2% de taninos condensados, 6.85% presentaron niveles de taninos de 2 a 4%; lo que sugiere que éstas especies pueden ser incorporadas como fuente importante de alimento para el ganado. Sin embargo, la mayoría de las especies evaluadas 59.7% (40/67) de los árboles referidos como forrajeros, presentan niveles de taninos que varían de 5% hasta el 72%. Entre los factores propios de la planta que afectan la selectividad se citan la disponibilidad relativa, la relación hoja/tallo, la arquitectura de la planta, la digestibilidad, la presencia de espinas y/o pilosidad en

hojas y tallos y la presencia de ciertos metabolitos secundarios, tales como nitratos, taninos y otros polifenoles. Se discuten los efectos positivos y negativos de los taninos sobre la productividad y la salud animal.

Palabras clave: especies arbóreas forrajeras, metabolitos secundarios, trópico seco, selva baja caducifolia

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the concentration of total phenolics and condensed tannins in new forage tree species in the region of Tierra Caliente, Michoacán. 15 surveys were applied to producers Carácuaro municipalities, Huetamo and San Lucas to identify tree species with forage potential. Producers reported a total of 73 new forage tree species, 67 of them a botanical sample for analysis was obtained. It was found that 32.35% (22/67) had values less than 2% of condensed tannins, 6.85% had levels of tannins of 2-4%; suggesting that these species can be incorporated as an important source of food for livestock. However, the majority of species assessed 59.7% (40/67) of trees referred to as fodder, present tannin levels ranging from 5% to 72%. Among the specific factors that affect plant availability selectivity relative leaf/stem ratio, plant architecture, digestibility, presence of thorns and/or hairs on leaves and stems and the presence of certain metabolites are cited side, such as nitrates, tannins and other polyphenols. The positive and negative effects of tannins on productivity and animal health are discussed.

Keywords: forage tree species, secondary metabolites , tropical dry deciduous forest

INTRODUCCIÓN

Las actividades antropogénicas que producen gases amplifican el efecto invernadero. Dichas emisiones, modifican el equilibrio energético de la tierra entre la radiación solar entrante y el calor liberado al espacio, lo cual resulta en un cambio climático. La agricultura y la producción pecuaria contribuyen en 25% a las

emisiones antropogénicas de CH₄, CO₂ y óxido nitroso a la atmosfera (Sejian *et al.*, 2011). Los rumiantes son grandes contribuyentes a esta crisis y al deterioro de la capa de ozono por la liberación de altas cantidades de gases a la atmosfera, entre ellos, el dióxido de carbono (CO₂) y el CH₄ (Leng, 2009).

Se ha demostrado que el uso de diferentes plantas, tales como árboles y arbustos de leguminosas, tienen el potencial de reducir las emisiones de CH₄ en rumiantes. Debido a que bacterias metanogénicas viven de manera endosimbiótica con protozoarios ruminales, cualquier factor que disminuya la población protozoaria, será capaz de reducir los metanógenos y la producción de CH₄ (Galindo *et al.*, 2009).

En los trópicos, los árboles forrajeros con alto valor nutricional, representan un potencial como recurso alimenticio para aumentar la producción animal. De acuerdo con Benavides (1999), para que un árbol pueda ser considerado como forrajero debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales, como de producción y de versatilidad agronómica, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente.

Un árbol es considerado como forrajero cuándo: 1) Su nivel de nutrimentos es adecuado para promover cambios en los parámetros productivos. 2) Sus compuestos secundarios no afecten su consumo. 3) El árbol es tolerante a la poda. 4) El rebrote sea lo suficientemente vigoroso, para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible, por unidad de área (Sosa *et al.*, 2004).

Se reconoce que existen algunos compuestos antinutricionales que pueden ser ingeridos por los animales, dependiendo del tipo y cantidad de forraje disponible que se encuentran presentes en este tipo de especies arbustivas demeritando el valor nutricional de estas fuentes alternas de alimentación (Reed, 1995). Los niveles de estas sustancias, varían con la parte de la planta, la especie, el cultivo, la variedad, las condiciones de crecimiento, las estaciones del año, sobre el valor nutritivo de los forrajes leguminosos (Gutiérrez *et al.*, 2003; Gutiérrez y Roa, 2003; Kamalak *et al.*, 2004).

Estos compuestos se catalogan como macromoléculas complejas, capaces de interferir en los procesos digestivos que afectan el consumo, el crecimiento y hasta el valor nutritivo de los mismos. Conocidos con el nombre de taninos, existen dos tipos de taninos: hidrolizables (TH) y condensados (TC), éstos últimos poseen mayor capacidad de interacción con otras moléculas y afecta así la producción animal (Min *et al.*, 2003).

Los taninos son compuestos fenólicos secundarios de elevado peso molecular (500>20000), que se encuentran frecuentemente en frutas, árboles, en forrajeras templadas principalmente leguminosas, y otras especies como sorgo y maíz que se utilizan comúnmente en la alimentación del ganado (Otero e Hidalgo, 2004).

El tipo y el contenido de esos y otros metabolitos secundarios, está influenciado por el genotipo de la planta (la especie y la variedad), las características ambientales (radiación solar y disponibilidad de agua), la velocidad de crecimiento, la madurez, la condición nutricional del suelo, la depredación y las enfermedades (Romero *et al.*, 2000). La presencia de éstos compuestos secundarios se presenta en mayor concentración en las especies de las leguminosas.

Los taninos condensados pueden llegar a producir efectos depresivos sobre el consumo, la digestibilidad de la materia seca y el nitrógeno, ya que provoca saciedad y limita por lo tanto, el consumo de materia seca (Gutiérrez *et al.*, 2003; Flores *et al.*, 2005). Sin embargo, niveles adecuados de taninos en la dieta protegen parte del N de la degradación ruminal y favorecen su utilización más eficiente en el tracto posterior. Por otra parte, disminuye la cantidad eliminada en la orina e incrementa la excreta en las heces, lo que puede tener efectos importantes en el suelo (Flores *et al.*, 2005).

También se ha demostrado el efecto benéfico de los taninos condensados en la reducción de parásitos nematodos, a través del efecto tóxico que requiere el contacto directo entre el parásito y los taninos condensados. Esto permite una alternativa en el control de infestaciones parasitarias en los trópicos y subtrópicos (Kim *et al.*, 2003), en altas concentraciones (5-10 % de la MS), de taninos

condensados en los forrajes deprimen el consumo y la digestibilidad del forraje. Mientras que, en menores concentraciones (2-4% de MS), podrían disminuir las pérdidas de la proteína de la ingesta, producida durante la proteólisis por los microorganismos del rumen e incrementan la absorción intestinal de las proteínas (Otero e Hidalgo, 2004).

Resulta importante la determinación de la concentración de taninos y fenoles en la Región de Tierra Caliente, Michoacán, donde se ha observado la biodiversidad de árboles forrajeros (Gutiérrez, 2011), con la finalidad de tener información de los contenidos de estos compuestos antinutricionales, que sirva para orientar a los productores en la toma de decisiones cuando realicen prácticas como la de aclareo de predios.

Por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar las concentraciones de fenoles totales y taninos condensados en especies arbóreas, con potencial forrajero y de importancia para la ganadería en la Región de Tierra Caliente, Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación: Los municipios que constituyeron el área de estudio son: Carácuaro, Huetamo y San Lucas, pertenecientes al Distrito de Desarrollo Rural 093, que se encuentra en la Región denominada Tierra Caliente en la parte sur oriental de Michoacán. El clima predominante, pertenece al grupo de climas cálidos húmedos, con temperatura media anual mayor de 22°C y la de invierno de 18°C, en los meses de diciembre a enero. La temporada de lluvias comprende del 15 de junio al 30 de septiembre, con una precipitación media anual de 800 a 1,000 mm³ (INEGI, 2012).

Identificación de las especies arbóreas: Para identificar y registrar el conocimiento local de las especies de uso forrajero, se realizaron reuniones con Grupos Ganaderos de la Estrategia Pecuaria 2012-2013, constituidos en los diferentes municipios de la Región de Tierra Caliente (Carácuaro, Huetamo y San Lucas). Se aplicaron un total de 45 encuestas, 15 por municipio. La encuesta se

aplicó de manera individual, estos ganaderos tenían la particularidad de mantener a sus animales bajo condiciones de pastoreo extensivo.

Obtención de las muestras: De los árboles referidos como forrajeros, para determinar la composición química se tomaron muestras de follaje verde de tres individuos de cada especie, procurando que guardaran similitud en cuanto al tamaño, frondosidad y etapa fenológica. Se realizaron los muestreos durante el periodo de lluvias (agosto a noviembre) en localidades cercanas entre sí y la ubicación de los árboles muestreados fue georeferenciada Apéndice 1. Las muestras se conservaron en bolsas de papel durante el muestreo en campo y posteriormente, se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C, durante 24 horas.

Determinación de fenoles y taninos condensados: Las muestras se molieron en un molino Fritsch Pulverisette 5 de jarras con balines a 300 rpm, durante 2 minutos. A las muestras se les determinó fenoles totales y taninos condensados de acuerdo con la técnica propuesta por Price and Butler (1997). Los análisis correspondientes se realizaron en la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) en el Laboratorio de Nutrición Animal (Figura 1).

Análisis estadístico: Para el procesamiento de los datos se utilizó estadística descriptiva (porcentajes y frecuencias). Los valores registrados, corresponden a promedios de análisis por duplicado. Las variables se analizaron a través de la distribución de frecuencias, según fórmula sugerida por Sturges (citado por Daniel, 1977); para la determinación de clases: $1+3.3 (\log n)$, donde n representa la cantidad de árboles a los que se les ha determinado la composición química, en tanto, que 1 y 3.3 son valores constantes, además del coeficiente de correlación lineal simple entre taninos y fenoles, por medio del paquete estadístico STATISTIC versión 10. 2011.

Fotografía 1. Determinación de fenoles totales y taninos condensados: Técnica propuesta por Price y Butler (1997)



Pesar 0.2 gr. de muestra y agregar éter etílico. Reposar 45 min y extraer solvente

20 ml de acetona y refrigerar

900 μ l de agua destilada + 100 μ l de muestra + 500 μ l sol Folin + 2.5 ml sol. Ca_2CO_3 20%. Hacer curva de calibración.

Agitar y dejar reposar 40 min. Leer en el espectrofotómetro a 725 nm



Pesar 100 mg de polyvinil + 1 ml de agua destilada + 1 ml de muestra. Agitar y refrigerar 4°C/ 15 min (Tubos 1)

80 μ l de muestra (tubos 1) + 920 μ l agua destilada + 500 μ l sol Folin + 2.5 ml sol. Ca_2CO_3 20%.

Agitar y dejar reposar 40 min. Leer en el espectrofotómetro a 725 nm



Curva de calibración

Preparar blancos: 0.5 ml de muestra+ 9.5 ml de metanol.
Preparar muestras: 500 μ l muestra+ 500 μ l metanol+ 5 ml sol. C (vainillina, metanol y HCl) y 4 ml de metanol. Agitar.

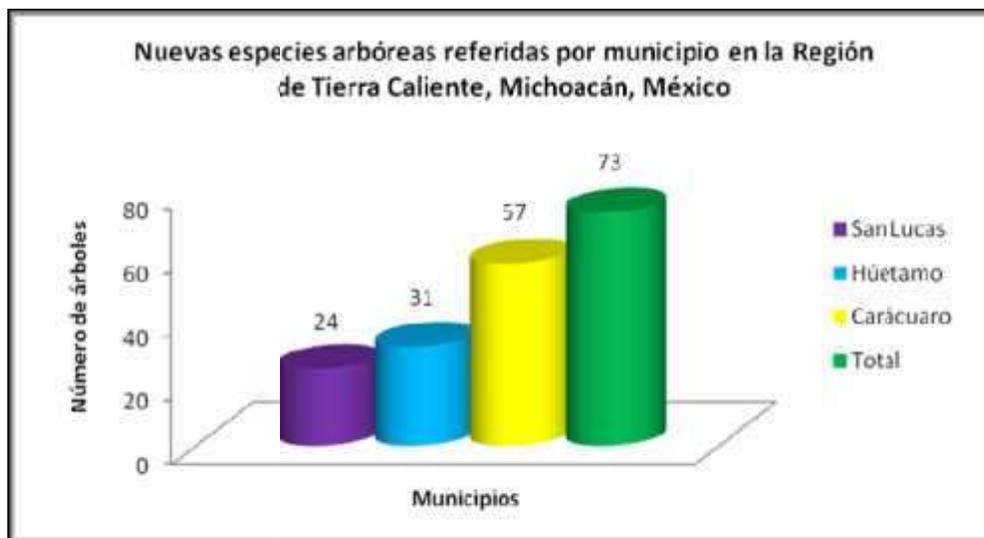
Reposar 30 min y leer en el espectrofotómetro a 520 nm

Taninos condensados: Prueba de vainillina

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la encuesta aplicada a los productores, se obtuvo un listado de 73 nuevas especies arbóreas forrajeras; de éstas, 62 de ellas se identificaron con 26 familias diferentes. La mayoría de las especies clasificadas se encuentran dentro de la familia *Leguminosae* con un total de 15 especies. Esto demuestra la diversidad de material vegetativo que se encontró en la Región (Gráfica 1).

En algunas plantas también existe una variedad de metabolitos secundarios, por ejemplo: compuestos fenólicos tales como los taninos y diversos alcaloides que actúan como defensa contra los herbívoros (Kaplan *et al.* 2008). Normalmente estos compuestos químicos se presentan en sólo una especie o grupo de plantas taxonómicamente relacionadas, por lo que muchos se consideran marcadores taxonómicos de familias y géneros (García, 2004).



Gráfica 1. Número de nuevas especies arbóreas forrajeras referidas por los productores de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México.

La menor concentración de fenoles totales se encontró en la especie zorillillo con 0.17% (especie no identificada), y el valor más alto fue para *Perymenium sp.* con 10.85%. En el Cuadro 1 se observa las especies arbóreas con concentraciones menores al 2% de taninos, representando el 32.83% (22/67) de las especies evaluadas.

González *et al.* (2007), sugiere que la mayoría de las especies arbóreas evaluadas (71.63%) pueden ser incorporadas como fuente importante de alimento para el ganado. Estos resultados contrastan con los encontrados en el presente estudio. Es probable que esta diferencia en la concentración de estos componentes antinutricionales se deba al tipo, y el contenido de estos y otros metabolitos, está influenciado por el genotipo de la planta (la especie y la variedad), las características ambientales (radiación solar y disponibilidad de agua), la velocidad de crecimiento, la madurez, la condición nutricional del suelo, la depredación y las enfermedades (Romero *et al.*, 2000).

En condiciones de pastoreo, el manejo adecuado de los recursos naturales con contenidos de taninos (el pastoreo selectivo o la complementación con el tipo adecuado de arbustos) proporciona beneficios, con respecto a la degradación de proteínas, ya que los taninos tienen el efecto de unirse a las proteínas de los alimentos, logrando que estas no sean degradadas en el rumen por parte de los microorganismos. Otro beneficio de los taninos es la prevención del timpanismo. Sin embargo, esto no sucede cuando estos animales se alimentan de leguminosas que contienen TC (Barry y McNabb, 1999).

Además, los taninos también ayudan a controlar ciertos parásitos internos de los animales. Se especula que el efecto positivo en el hospedero puede estar asociado con un efecto negativo sobre los parásitos (Min y Hart, 2003).

Hernández (2013), reporta que existe una correlación negativa entre nivel de inclusión de las especies arbóreas forrajeras analizadas y el volumen de gas CH₄ producido *in vitro* durante 24 h. Lo que significa que a mayor inclusión (0.6 a 1 g) menor producción de CH₄. No obstante, de acuerdo con el contenido de PC, FDN y TC en *C. elaeagnoides* es la mejor alternativa tanto para la alimentación de los rumiantes como para el control de CH₄, durante la época de estiaje.

Cuadro 1. Especies forrajeras con porcentaje (<2%) de taninos y fenoles en follaje verde

Nombre científico	Familia	Nombre común	Taninos	Fenoles
N/C	N/C	Aparicua	0.25	0.5
<i>Ipomoea murucoides</i>	<i>Convolvulaceae</i>	Cazahuate	0.27	0.56

<i>Montanoa sp.</i>	<i>Compositae</i>	Vara blanca	0.34	0.37
N/C	<i>Leguminosae</i>	Araricua	0.37	0.55
N/C	N/C	Campirinche	0.4	0.95
<i>Oreopanax xalapensis</i>	<i>Araliaceae</i>	Satánicua	0.42	0.58
<i>Rhamnaceae colubrina</i>	<i>Ramnaceae</i>	Suelda con suelda	0.44	0.69
N/C	N/C	Bejuco	0.53	0.19
<i>Neopringlea sp.</i>	<i>Sapindaceae</i>	Granjeno	0.55	0.29
N/C	N/C	Zorrillillo	0.68	0.17
<i>Citrus aurantifolia</i>	<i>Rutaceae</i>	Limón agrio	0.71	0.51
<i>Lippia sp</i>	<i>Verbenaceae</i>	Oreganillo	0.9	0.8
N/C	N/C	Cahuinga	0.94	0.52
<i>Hippocratea excelsa</i>	<i>Hyppocrateaceae</i>	Barajilla	1.24	1.1
<i>Otatea acuminata</i>	<i>Gramineae</i>	Otate	1.32	0.53
N/C	N/C	Chaya	1.37	0.52
N/C	N/C	Chacapo	1.38	0.43
<i>Pithecellobium mangense</i>	<i>Leguminosae</i>	Timbinillo	1.67	1.36
<i>Anona muricata</i>	<i>Anonaceae</i>	Anono	1.8	0.9
<i>Plumeria rubra</i>	<i>Apocynaceae</i>	Candelero	1.84	0.7
<i>Myroxylon balsamun</i>	<i>Leguminosae</i>	Bálsamo	1.86	1.3
<i>Piper sp.</i>	<i>Piperaceae</i>	Nanchal	1.92	0.92

N/C= Especies forrajeras no identificadas taxonómicamente

El 6.85% de las especies forrajeras presentaron concentraciones de 2 a 4% de taninos condensados (Cuadro 2). Se menciona que estos niveles tienen efectos positivos sobre el pasaje ruminal de las proteínas, reciclaje de urea, sobre la producción y sanidad animal. Los taninos afectan el metabolismo proteico, precipitando las proteínas provenientes de la ingesta y aumenta su pasaje hacia el intestino delgado, donde son absorbidas; de igual manera, aumenta la eficiencia del reciclado de urea en el rumen, por disminución de la degradación y desaminación de proteínas, disminuyendo el amonio ruminal. La concentración de nitrógeno ureico, de amonio ruminal y la pérdida de nitrógeno es menor en animales que consumen niveles moderados de taninos en su dieta (Reed, 1995; Martínez *et al.*, 2001). Igualmente, se reconoce que los taninos, pueden inhibir la metanogénesis directamente o a través de la inhibición del crecimiento de los protozoarios. La estructura química y el peso molecular de los metabolitos

secundarios y la composición química de las dietas pueden influir en la producción de CH₄ (Patra y Saxena, 2010).

Cuadro 2. Especies forrajeras con niveles de porcentaje de 2-4% de taninos en follaje verde

Nombre científico	Familia	Nombre común	Taninos	Fenoles
<i>Tamarindus indica</i>	Leguminosae	Tamarindo	2.1	0.55
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	Leguminosae	Sangre de toro	2.5	0.78
<i>Buihinia sp.</i>	Leguminosae	Pata de venado blanca	2.86	1.86
<i>Pithecellobium arboreum</i>	Mimosaceae	Arumbilla	3.53	1.82
<i>Leucaena macrophylla</i>	Leguminosae	Huajillo colorado	4.56	1.47

De acuerdo con Pereira *et al.* (2005), en la práctica los taninos se utilizan para prevenir la formación de excesiva de espuma (timpanismo) en los rumiantes, porque disminuyen la concentración de proteínas en el rumen. Además, reducen la incidencia de ectoparásitos en ovinos. Con respecto a las parasitosis gastrointestinales, existe evidencia que considera a los taninos condensados provenientes de la ingesta, como mejoradores del desempeño productivo en animales afectados por las parasitosis gastrointestinales. Este fenómeno recibe el nombre de resiliencia; en la especie ovina, es dónde se ha estudiado más este fenómeno (Romero *et al.*, 2000).

En el Cuadro 3 se muestra que el 59.7% (40/67) de los árboles muestreados presentaron concentraciones de taninos mayor a 5%. Sosa *et al.* (2004), mencionan que las especies forrajeras con niveles de taninos mayores de 5% ocasionan una reducción en la ingesta de materia seca, lo que afecta la productividad de los animales. Esta disminución se debe al efecto de los taninos sobre la palatabilidad, lo que disminuye la digestión, la formación de complejos entre las proteínas salivales y taninos lo que provoca una sensación de astringencia que puede aumentar la salivación, disminuyendo la palatabilidad de las especies.

Los taninos reducen la tasa de fermentación y ocasiona un efecto de llenado del rumen, hasta situaciones más severas, en las que se reduce la digestión de la

fibra y del nitrógeno, también puede reducir la digestibilidad de las células de la pared por adherirse a enzimas bacterianas o por formar complejos indigestibles con carbohidratos estructurales (Romero *et al.*, 2000, Sosa *et al.*, 2004, Kamalak *et al.*, 2004).

Los taninos pueden llegar a afectar negativamente el valor nutritivo de los forrajes sí están en altos porcentajes, así como también, los procesos de digestión a nivel ruminal y deprimir el consumo (Norton 1994b, Salem *et al.*, 2006).

Waghorn (2008) señala que el consumo de alimento por los animales, se ve disminuido en dietas con altas concentraciones de taninos, lo cual se debe una reducción en la palatabilidad de la dieta y disminución en la tasa de digestión en rumen.

Cuadro 3. Especies forrajeras con porcentajes elevados de taninos condensados

Nombre científico	Familia	Nombre común	Taninos	Fenoles
<i>Piper sp.</i>	<i>Leguminosae</i>	Moco de tundo	5.21	0.71
<i>Trichilia americana</i>	<i>Bombacaceae</i>	Cascabelillo	5.77	3.45
N/C	<i>Piperaceae</i>	Montón de indio	5.8	1.22
<i>Combretum igneiflorum</i>	<i>Combretaceae</i>	Guan viejo	5.82	5.66
<i>Ficus incipida</i>	<i>Moraceae</i>	Ceiba caballona	5.89	5.85
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	<i>Fabaceae</i>	Palo dulce	6.27	1.31
<i>Serjania sp.</i>	<i>Sapindaceae</i>	Colmillo de cuche	6.63	6.63
<i>Frogueria Formosa</i>	<i>Fouquieriaceae</i>	Cascarilla	6.89	4.55
<i>Erithroxylon mexicanun</i>	<i>Erythroxlyaceae</i>	Trompillo	8.15	1.59
<i>Ayenia sp.</i>	<i>Esterculiaceae</i>	Capulín	9.77	1.53
<i>Heliocarpus pallidus</i>	<i>Tiliaceae</i>	Guácima blanca	9.77	2.4
<i>Cephalanthus salicifolius</i>	<i>Rubiaceae</i>	Jazmín	11.42	1.96
<i>Burserafagaroides var. Fagaroides</i>	<i>Burseraceae</i>	Papelillo	11.46	5.53
<i>Thovinidium decandrum</i>	<i>Sapindaceae</i>	Charapo	11.6	1.53
<i>Annona diversifolia</i>	<i>Anonaceae</i>	Hilamo	11.78	2.95
<i>Andira inerves</i>	<i>Leguminosae</i>	Quiringucua	12.39	1.42
<i>Muntingia calabura</i>	<i>Elaeocarpaceae</i>	Cacámica	14.41	6.11
N/C	N/C	Tabachincillo	14.74	1.32
N/C	N/C	Candelillo	15.58	1.45

<i>Xylosma velutinum</i>	<i>Flacourtiaceae</i>	Junco	16.59	2.34
N/C	N/C	Margarita	18.23	3.15
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Jiote	18.8	4.71
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Palo colorado	18.99	3.87
<i>Casearia dolichophylla</i>	<i>Flacourtiaceae</i>	Bola de pájaro	19.32	2.47
<i>Heliocarpus occidentalis</i>	<i>Tiliaceae</i>	Guácima colorada	20.6	3.18
<i>Ceiba aesculifolia</i>	<i>Bombacaceae</i>	Pochota	22.41	2.9
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	<i>Leguminosae</i>	Surundanicuo	30.52	6.52
<i>Bursera heteresthes</i>	<i>Burseraceae</i>	Copal negro	31.38	3.45
<i>Zantoxylon affine</i>	<i>Rutaceae</i>	Limoncillo	33.38	2.79
<i>Pisonia aculeata</i>	<i>Nyctaginaceae</i>	Palo prieto	34.11	3.73
N/C	N/C	Copal de santo	34.87	2.88
<i>Bursera grandifolia</i>	<i>Buseraceae</i>	Wende verde	36.35	3.12
<i>Acacia cochliacantha</i>	<i>Leguminosae</i>	Espino	37.39	3.33
<i>Psidium guineensis</i>	<i>Apocynaceae</i>	Tarimoro	37.72	6.71
<i>Lonchocarpus hintonii</i>	<i>Leguminosae</i>	Cuerillo	41.04	1.76
<i>Lonchocarpus emarginata</i>	<i>Leguminosae</i>	Palo de aro	42.83	2.53
<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Malpighiaceae</i>	Nanche amarillo	57.51	4.03
<i>Karwinskia latifolia</i>	<i>Ramnaceae</i>	Chirimilla	62.97	6.96
<i>Perymenium sp.</i>	<i>Compositae</i>	Jacal de venado	63.96	10.85
<i>Acacia pennatula</i>	<i>Leguminosae</i>	Tepamo	72.56	7.59

N/C= *Especies forrajeras no identificadas taxonómicamente*

Las partes más vulnerables de la planta -hojas nuevas y flores- presentan mayores concentraciones de taninos y factores como: temperatura, intensidad de la luz, agua, calidad del suelo y la topografía, influyen en la concentración de taninos en las plantas (Waghorn, 2008).

Al pastorear, los herbívoros tienen la capacidad de seleccionar determinadas áreas de vegetación, especies y determinadas partes de las plantas para cubrir sus requerimientos alimentarios y balancear la cantidad y calidad de la biomasa que consumen. La selectividad del forraje depende de varios factores, algunos de ellos se asocian con las características del animal y otros con las de la vegetación (Agroforestería en las Américas, 2009).

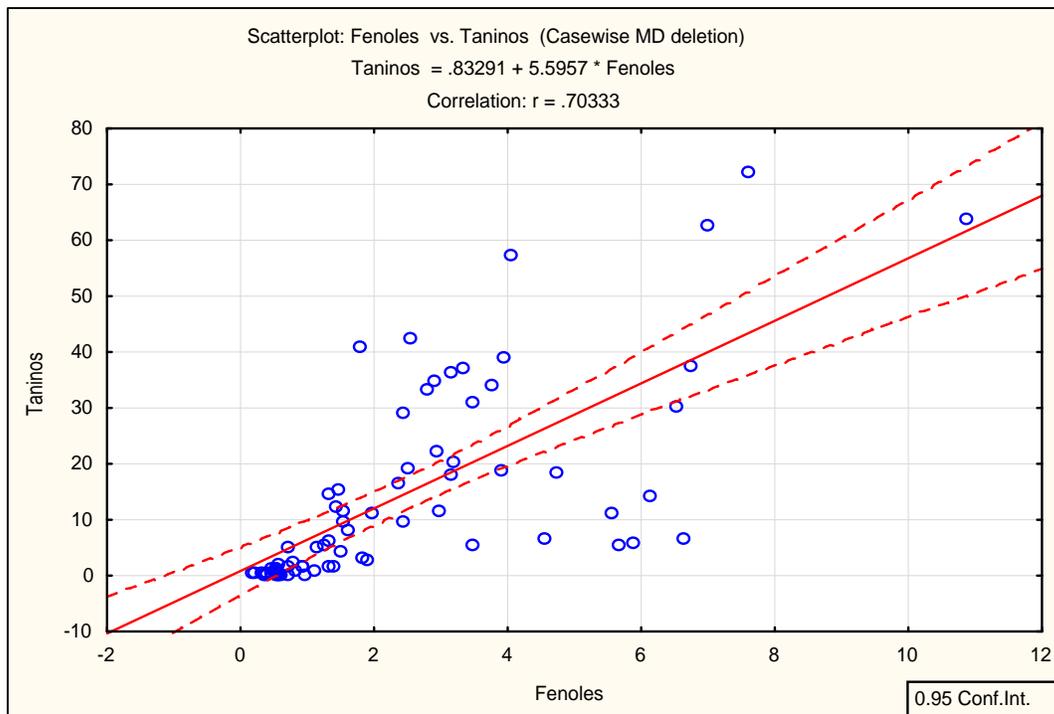
Entre los factores propios de la planta que afectan la selectividad se citan la disponibilidad relativa, la relación hoja/tallo, la arquitectura de la planta, la digestibilidad, la presencia de espinas y/o pilosidad en hojas y tallos y la presencia de ciertos metabolitos secundarios, tales como nitratos, taninos y otros polifenoles (Hoyos 1987, Ramos *et al.* 1998, Hutchings y Gordon 2001, Makkar 2006).

Las características del animal tienen que ver, principalmente, con sus requerimientos energéticos y nutricionales en general y varían con la carga animal, el sexo, la edad, la especie, el tamaño del cuerpo y de la boca, el tipo de sistema digestivo, el tipo de plantas consumidas y la capacidad para metabolizar compuestos secundarios. El bovino posee boca ancha y labios superiores inflexibles, por lo que sus bocados son de manojos grandes de follaje con limitada capacidad de selección; incluso llega a consumir material senescente (Van Soest 1994).

Entre las características principales de las plantas, la abundancia de la especie es determinante, así como la apariencia (es decir, cuán vistosas o distinguibles son las plantas), el contenido de nutrientes esenciales, la presencia de estructuras y compuestos químicos de defensa, las características y distribución de especies acompañantes. Además de su abundancia, las especies pueden diferir en el grado de accesibilidad para el ganado, el cual depende de características morfológicas como la distribución de la biomasa en altura- que determinan la cantidad de forraje que puede ser ingerido por unidad de tiempo.

En general, los animales al pastorear seleccionan material vegetal con una alta relación hojas/tallo, ya que las hojas poseen un valor nutritivo más alto. Por eso es que el animal generalmente rechaza las pasturas altas y maduras. El grado de aceptabilidad varía con la especie animal y con las características del herbívoro antes mencionadas (Agroforestería en las Américas, 2009).

La correlación entre los fenoles totales respecto a los taninos condensados, fue de $R^2=0.7033$, lo que demuestra que existe relación estadísticamente significativa entre fenoles y taninos para un nivel de confianza del 99%. El modelo explica un 49.47% de la variabilidad en fenoles (Gráfica 2).



Gráfica 2. Análisis de Correlación lineal entre taninos y fenoles presentes en las nuevas especies arbóreas.

Los taninos pueden ser benéficos o perjudiciales para los rumiantes, esto va a depender de factores como: el tipo y cantidad consumido, estructura y peso molecular del compuesto y la fisiología de las especies que lo consumen (Hagerman y Butler, 1991); por lo que, las modificaciones nutricionales tienen una mayor probabilidad de ser adoptadas por los productores ya que aumentan la eficiencia de utilización del alimento (Patra, 2011).

CONCLUSIONES

De las especies evaluadas en el presente trabajo, el 32.83% (22/67) de éstas presentaron valores menores al 2% de taninos condensados, pudiéndose utilizar sin esperar algún efecto negativo en el consumo por los animales.

El 6.85% de las especies forrajeras presentaron niveles de taninos de 2 a 4%, estos rangos podrían tener un efecto positivo en la utilización de proteína y un resultado como desparasitante, por lo que sugiere determinar en estas especies la producción de biomasa y determinar los niveles de inclusión en las dietas establecidas, o bien, las frecuencias de consumo en condiciones de pastoreo para lograr este efecto benéfico.

El 59.7% (40/67) de los árboles referidos como forrajeros, presentan niveles de taninos que varían de 5% hasta el 72%. Resulta importante la determinación de la concentración de taninos y fenoles en la Región de Tierra Caliente, Michoacán, donde se ha observado la biodiversidad de árboles forrajeros con la finalidad de tener información de los contenidos de estos compuestos antinutricionales, que sirva para orientar a los productores en la toma de decisiones cuando realicen prácticas como la de aclareo de predios.

BIBLIOGRAFÍA

Agroforestería en las Américas. N°47 2009.

Barry T.N. and McNabb, W.C. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*. 81: 263-272.

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. 367-394.

Daniel, W. W. 1977. Bioestadística: Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. Edit. Limusa. México, D.F. pp. 23-27.

Flores, O., Ibrahim, M., Kass, D. y Andrade, H. 2005. El efecto de los taninos en especies leñosas forrajeras sobre la utilización de nitrógeno por bovinos. Revista Agroforestería en las Américas. p. 1-5.

Galindo, J., González, N., Marrero, Y., Sosa, A., Aldama, A., Moreira, O., Delgado, D., Ruiz, T., Febles, G., Torres, V., La O, O., Sarduy, L., Noda, A y Achang, O. 2009. Los árboles como controladores de la producción de metano en rumen. Memorias VIII Taller Internacional "Los árboles y Arbustos en la Ganadería. 20 y 23 de octubre. Varadero Cuba. pp 190.

García, D.E. 2004. Los metabolitos secundarios de las especies vegetales. Pastos y Forrajes. 27(1): 1-12.

González, G. J. C., Ayala, B. A. y Gutiérrez, V. E. 2007. Chemical composition of tree species with forage potential from the región of Tierra Caliente, Michoacán, México. Cuban Journal of Agricultural Science. 41(1):81-86. <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/moli20195.htm>. Fecha de consulta: 10 de abril de 2013.

Gutiérrez, V. E., Villaseñor, A. A., Cancino, M. R., Lemus, O. E. y Madrigal, S. X. 2003. Contenido de compuestos fenólicos en arbustos y árboles forrajeros en San Lucas Michoacán. XIV Encuentro de Investigación Pecuaria y Producción Animal. Morelia, Michoacán. p. 182-186.

Gutiérrez, R. y Roa, M. L. 2003. Determinación de algunos compuestos químicos en cuatro plantas arbóreas forrajeras. Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria 16(3):155-161.

INEGI 2012. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Carácuaro y Huetamo, Michoacán de Ocampo.

<http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geográficos>. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2013.

Hagerman A.E. and Butler L.G. 1991. Tannins and lignins. In: Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites, Vol I: The chemical participants, (Rosenthal G.A. and Berenbaum M.R., eds.), Academic Press, NY (USA), pp. 355-388.

Hernández, M. L. 2013. Los taninos de las especies arbóreas forrajeras de la region de Tierra Caliente en la producción (*In Vitro*) de metano (CH₄). Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. p. 1-78.

Hoyos, P. 1987. Características nutritivas y botánicas de sabana nativa sin quema suplementada con leguminosa en los Llanos Orientales de Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. p. 153.

Hutchings, N.J. y Gordon, I. J. 2001. A dynamic model of herbivore-plant interactions on grasslands. *Ecological Modeling* 136:209-222.

Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, Y., Ozay, O., Ozkan, C. O. and Sakarya, M. 2004. Chemical composition and *in vitro* gas production characteristics of several tannin containing tree leaves. *Livestock Research for Rural Development*. 16(6). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/6/kama16044.htm>. Fecha de consulta: 06 de junio de 2013.

Kaplan, I., Halitschke, R. Kessler, A. Sardanelli, S. y Denno, R. F. 2008. Constitutive and induced defenses to herbivory in above- and below-ground plant tissues. *Ecology* 89: 392-406.

Kim, L. N., Preston, T. R., Van, B. D. and Duy, L. N. 2003. Effects of tree foliage compared with grasses on growth and intestinal nematode infestation in confined goats. *Livestock Research for Rural Development* 15(6). p. 1-11. Fecha de consulta: 28 de febrero de 2015.

Leng, R.A. 2009. Decline in available world resources—implications for livestock production system. FAO/IAEA International Symposium on Sustainable Improvement of Animal Production and Health. 5-6.

Makkar, H.P.S. 2006. Chemical and biological assays for quantification of major plant secondary metabolites. BSAS Publication 34. The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds. Edited by C.A. Sandoval-Castro, F.D.DeB.D. Hovell, J.F.J. Torres-Acosta and A. Ayala-Burgos. Nottingham University Press. Pp. 235-249.

Martínez, S. J., Pedraza, R. M. y García, Y. 2001. Influencia del método de secado del follaje y el solvente de extracción en la cuantificación de polifenoles extractables totales. Pastos y Forrajes. 24(4):353-356. Fecha de consulta: 01 de marzo de 2015.

Min, B. R. Barry, T. N., Attwood, G. T. y 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. Fecha de consulta: 06 de febrero de 2015.

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

Norton B. W. (1994b). Antinutritive and toxic factors in forage tree legumes. C. Gutteridge and H. Shelton (Eds). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, UK. CAB International. pp. 202-215.

Otero, M. J. e Hidalgo, L .G. 2004. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales. Livestock Research for Rural Development 16(2):1-17. Fecha de consulta: 03 de marzo de 2015.

Patra, A.K. and Saxena, J. 2010. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. Phytochemistry. 71(11-12): 1198-222.

Patra, A.K. 2011. Enteric methane mitigation technologies for ruminant livestock: a synthesis of current research and future directions. Environmental Monitoring and Assessment. May 6.

Pereira, F. J. M., Viera, E. L. y Kamalak, A. 2005. Correlacao entre o teor de tanino e a degradabilidade ruminal da materia seca e proteina bruta do feno de jurema-preta (*mimosa tenuiflora* Wild) tratada con hidróxido de sodio. Livestock Research for Rural Development. 17(8):1-12.

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

Ramos, G. Frutos, P. Giráldez, F. J. y Mantecón, A. R. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. Archivos de Zootecnia 47(180):597-620.

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

Romero, L. C. E., Palma, G. J. M. y López, J. 2000. Influencia del pastoreo en la concentración de fenoles y taninos condensados en *Gliricidia sepium* en el trópico seco. Livestock Research for Rural Development 4(12):1-9 <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/rome124.htm>. Fecha de consulta: 04 de junio de 2013.

Salem M. Z. M., El-Adawy M. M. y Robinson P. H. 2006. Nutritive evaluations of some browse tree foliage during the dry season: secondary, compounds, feed intake and in vivo digestibility in sheep and goats. Animal Feed Science and Technology. 127 (3-4):251-267.

Sejian, V., Lal, R., Lakritz, J. and Ezeji, T. 2011. Measurement and prediction of enteric methane emission. International Journal of Biometeorology. 55: 1-16.

STATISTIC. 2011. Statistical Analysis System institute. 2011. User's Guide: Versión 10.

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 México. 42(2):129-144.

Van Soest, P. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University. 2 ed. 457 p.

Waghorn, G. 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production - progress and challenges. Animal Feed Science and Technology. 147(1-3): 116-139.

9.- CONCLUSIONES GENERALES

Los municipios de Carácuaro, Huétamo y San Lucas pertenecientes a la región de Tierra Caliente, presentan alta riqueza de árboles multipropósito, con un total de 73 nuevas especies referidas por los productores.

La mayor riqueza de especies se registró en el municipio de Carácuaro (57 especies) y la menor en San Lucas (24). La riqueza florística arbórea varía entre municipios probablemente al disturbio y/o la sustitución de especies forrajeras por otras introducidas.

Las EAF se utilizan principalmente para obtener leña (26.6%) para la producción de postes para cerca 22.4%, medicinal para humanos 17.5%, consumo humano 14.8%, herramientas de trabajo 13% y en menor uso como fuente medicinal en animales (5.6%). Los árboles referidos como forrajeros son una fuente de alimento para el ganado y el hecho de que sean utilizados para varios fines, permite catalogarlos como árboles multipropósito entre los que destacan *Karwinskia latifolia*, *Caesalpinia pulcherrima*, *Leucaena macrophylla*, *Erithroxylon mexicanun*, *Heliocarpus pallidus*, *Annona diversifolia* y *Tamarindus indica* y representan un potencial valioso en la explotación de agostaderos.

La falta de forraje durante la época de estiaje, puede ser atenuada con la incorporación de los 73 árboles como fuente de alimento.

De las 67 especies identificadas y analizadas, 98.53% de las especies presentan valores superiores a 8% de proteína, una de las principales características para que se consideren como árboles forrajeros y se encontró gran variación en cuanto a su composición química; los valores de PC varían de 7.29% a 29.79%.

El 61.19% presentaron niveles de FDN que oscilan entre 49.54 y 59.58%, por lo que se esperaría niveles aceptables de digestibilidad. El 74.6% de las especies presentaron en promedio 0.21% de fósforo, lo cual contrasta con el rastrojo de maíz que aporta sólo el 0.10% de este mineral.

Las características nutricionales de las especies arbóreas forrajeras estudiadas, indican el potencial de estos recursos nativos como una fuente de forraje de calidad y complemento proteico y mineral en la dieta de los rumiantes.

De las especies evaluadas en el presente trabajo, el 32.83% (22/67) de éstas presentaron valores menores al 2% de taninos condensados, pudiéndose utilizar sin esperar algún efecto negativo en el consumo por los animales. Sólo el 6.85% de las especies forrajeras presentaron niveles de taninos de 2 a 4%, estos rangos podrían tener un efecto positivo en la utilización de proteína y un resultado como desparasitante, por lo que sugiere determinar en estas especies la producción de biomasa y determinar los niveles de inclusión en las dietas establecidas, o bien, las frecuencias de consumo en condiciones de pastoreo para lograr este efecto benéfico.

El 59.7% (41/68) de los árboles referidos como forrajeros, presentan niveles de taninos que varían de 5% hasta el 72%. Tener información de los contenidos de estos compuestos antinutricionales puede servir para orientar a los productores en la toma de decisiones cuando realicen prácticas como la de aclareo de predios.

10.- RECOMENDACIONES

El conocimiento de los ganaderos acerca de los árboles forrajeros y sus usos múltiples, debe difundirse entre la comunidad, la región y el estado, además de identificar las posibles estrategias para socializar este conocimiento, con ello, evitar que la información se vaya perdiendo de generación en generación y así contribuir a conservar estos recursos nativos que tienen importancia económica y social.

Ante el potencial que representa la explotación de los árboles forrajeros según los encuestados, es necesario realizar diferentes investigaciones en particular, para conocer el valor nutricional de éstos y así complementar la identificación de otras especies existentes en la región.

Es necesario desarrollar investigaciones, para caracterizar a todas las especies referidas en el presente estudio, además de las variables productivas del ganado, alimentado a base de estos recursos, así como, la propagación de las especies arbóreas forrajeras que presentan las mejores características nutricionales.

11.- BIBLIOGRAFÍA GENERAL

Agroforestería en las Américas. N°47 2009.

Asfaw, Z., and Tadesse, M. 2001. Prospects for sustainable use and development of wild food plants in Ethiopia. *Economic Botany*. 55, 47–62.

Ávila-Ramírez, N. A., Ayala-Burgos A., Gutiérrez-Vázquez E., Herrera-Camacho, J., Madrigal-Sánchez, X y Ontiveros-Alvarado 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*. Colombia, 19 (6):1-11. <http://www.lrrd.org/lrrd19/6/avil19073.htm>. Fecha de consulta: 01 junio de 2013.

Avilés-García, A. L., Guzmán-Paz, A. C., Juárez-Calderón, A. L., Morales-Rangel, K., Pérez-Contreras, A. P., Rojas-Sandoval, L. A. y Gutiérrez-Vázquez, E. 2011. Efecto de la sombra sobre el confort térmico en ganado bovino de Tierra Caliente. III Congreso Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Morelia y Tepalcatepec; Mich. 2 al 4 de marzo.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International. 18th Edition. Revisión 1, 2006, AOAC International, Arlington, VA.

Barrera-Marín A., Barrera-Vázquez A. y López-Franco R. Ma. 1976. Nomenclatura Etnobotánica Maya. Una interpretación taxonómica. INAH.

Barry T.N. and McNabb, W.C. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. British Journal of Nutrition. 81: 263-272.

Bauer, D., Rush, I. y Rasby, R. 2009. Minerales y vitaminas en bovinos de carne. Extensión Educativa Universidad de Nebraska. http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/118-minerales_vitaminas-Nebraska.pdf. Fecha de consulta: 12 de abril de 2013.

Benavides, J. E. 1999. Utilización de la morera en sistemas de producción animal. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Conferencia electrónica, FAO, Roma Italia, p. 275-294. <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afirs/español/document/agrofor1/Bnvdes12.htm>. Fecha de consulta: 18 de abril de 2013.

Benavides, J. E. 1999^a. 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. 367-394.

Benezra, S. M., Cecconello, G. y Camacho, de T. F. 2003. Selección de especies leñosas en un bosque seco tropical para vacunos adultos usando análisis histológico fecal. *Zootecnia Tropical*. 21(1):73-85. <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt2101/arti/mbenezra.htm>. Fecha de consulta: 24 de marzo de 2013.

Berkes, F. & Turner N. 2006. Conocimiento, aprendizaje y resiliencia de los sistemas sociológicos. In: El manejo de los recursos de uso común: la conservación de la biodiversidad. L. Merino y J. Robson. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A. C., The Christensen Fund, Fundación Ford, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. pp. 22-33.

Cárdenas, M. J. V. 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.

Carranza M. M. A, Sánchez V .R. L, Pineda L. M. R. y Cuevas, G. R. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, México. *Agrociencia* 2(37):203-210. <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2003/mar-abr/art-11.pdf>. Fecha de consulta: 12 de abril de 2013.

Carvajal, A. J. J. 2005. Establecimiento de postes de chacah (*Busera smaruba* L. Sarg.) como cerco vivo. *Livestock Research for Rural Development*. 17(2). p. 1-10. <http://www.lrrd.org/lrrd17/2/carv17022>. Fecha de consulta: 01 de mayo de 2013.

Casalmiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. Departamento de Patología y Producción Animal. Universidad Autónoma de Barcelona. *Revista FEDNA*. Fecha de consulta: 20 de febrero de 2015.

Comisión Forestal del Estado, 2013. <http://cofom.michoacan.gob.mx/>. Fecha de consulta: 18 de julio de 2013.

CONAFOR 2009. Restauración de ecosistemas forestales. Guía básica para comunicadores, elaborado por la Unidad de Comunicación Social con información proporcionada por la Coordinación de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal. <http://www.conafor.gob.mx>. Fecha de consulta: 03 de agosto de 2015.

CONAFOR 2010. Convocatoria del Programa ProÁrbol de la Comisión Nacional Forestal 2010. Gerencia Regional VII, "Cuencas Centrales" y el Gobierno del Estado de Nuevo León, Corporación para el Desarrollo Agropecuario. <http://www.conafor.gob.mx>. Fecha de consulta: 03 de agosto de 2015.

Contino, E. Y., Ojeda, G. F., Herrera, G. R., Altunaga, P. N. y Pérez, R.M. G. 2008. Comportamiento productivo de cerdos mestizos en ceba alimentados con follaje fresco de *Morus alba* como sustituto parcial del concentrado comercial. *Zootecnia Tropical*. 26(3):391-394.

Daniel, W. W. 1977. Bioestadística: Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. Edit. Limusa. México, D.F. pp. 23-27.

El-Hassan S. M., Lahlou A., Newbold C. J. y Wallace J. (2000). Chemical composition and degradation characteristics of foliage of some African multipurpose trees. *Animal Feed Science and Technology* 86 (1-2):27-37. Fecha de consulta: 05 de mayo de 2015.

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México (FIRA). 1997. Oportunidades para el desarrollo de la ganadería productora de carne en México. *Sistemas de producción por regiones ecológicas*. México 30 (295):18-35.

Flores, O., Ibrahim, M., Kass, D. y Andrade, H. 2005. El efecto de los taninos en especies leñosas forrajeras sobre la utilización de nitrógeno por bovinos. *Revista Agroforestería en las Américas*. p. 1-5.

Galindo, J., González, N., Marrero, Y., Sosa, A., Aldama, A., Moreira, O., Delgado, D., Ruiz, T., Febles, G., Torres, V., La O, O., Sarduy, L., Noda, A y Achang, O.

2009. Los árboles como controladores de la producción de metano en rumen. Memorias VIII Taller Internacional Los árboles y Arbustos en la Ganadería. 20 y 23 de octubre. Varadero Cuba. pp 190.

García, D. E. 2004a. Los metabolitos secundarios de las especies vegetales. Pastos y Forrajes. 27(1):1-12.

García, D. E. 2004b. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. Pastos y Forrajes. 27(2):101-113.

Giraldo, J., Sinisterra, J. A. y Murgueitio, R. E. 2011. Árboles y arbustos forrajeros en policultivos para la producción campesina: Bancos Forrajeros Mixtos. LEISA revista de Agroecología. http://leisa-al.org/site/Revistas/Articulo/253751/Html/arboles-y-arbustos-forrajeros-en-policultivos-para-la-produccion-campesina-bancos-forrajeros-mixtoskeepThis=true&TB_iframe=true&height=500&width=600. Fecha de consulta: 28 de abril de 2013.

Giday, M., Asfaw, Z., Woldu, Z., and Teklehaymanot, T. 2009. Medicinal plant knowledge of the Benchethnic group of Ethiopia: anethnobotanical investigation. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 5,34.

González, G. J. C., Madrigal, S. X., Ayala, B. A., Juárez, C. A. y Gutiérrez, V. E. 2006^a. Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la Región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán México. Livestock Research for Rural Development. Colombia, 18 (08):1-13. <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109.htm>. Fecha de consulta: 12 de abril de 2013.

González, G. J. C., Ayala, B. A. y Gutiérrez, V. E. 2006^b. Determinación de fenoles totales y taninos condensados en especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México. Livestock Research for Rural Development. Colombia, 18 (11):1-9. <http://www.lrrd.org/lrrd18/11/guti18152.htm>. Fecha de consulta: 08 de abril de 2013.

González, G. J. C., Ayala, B. A. y Gutiérrez, V. E. 2007. Chemical composition of tree species with forage potential from the región of Tierra Caliente, Michoacán, México. Cuban Journal of Agricultural Science. 41(1):81-86. <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/moli20195.htm>. Fecha de consulta: 10 de abril de 2013.

González, G. J. C. y Gutiérrez, V. E. 2005. Usos tradicionales de algunos árboles forrajeros de la Región de Tierra Caliente Michoacán. II Encuentro Nacional de Ecotecnias. Morelia, Michoacán. 7-10 junio de 2005. Fecha de consulta: 21 de enero de 2015.

Gutiérrez, V. E., Villaseñor, A. A., Cancino, M. R., Lemus, O. E. y Madrigal, S. X. 2003. Contenido de compuestos fenólicos en arbustos y árboles forrajeros en San Lucas Michoacán. XIV Encuentro de Investigación Pecuaria y Producción Animal. Morelia, Michoacán. p. 182-186.

Gutiérrez, R. y Roa, M. L. 2003. Determinación de algunos compuestos químicos en cuatro plantas arbóreas forrajeras. Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria 16(3):155-161.

Gutiérrez, V. E., Juárez, C. A., Salas, R. G., Villalba, S. C. A., Rojas, S. L. A. y Gutiérrez, M. O. 2011^a. Servicios Ecosistémicos en los agostaderos del trópico mexicano: El caso de las especies arbóreas nativas forrajeras multipropósito en Carácuaro, Mich. II Congreso Internacional Servicios Ecosistémicos en los Neotrópicos. Asunción, Paraguay. 26 de noviembre al 2 de diciembre. p 22.

Gutiérrez, V. E., Rojas, S. L. A. Villalba, S. C. A., Hernández, M. G. I., Guzmán, P. A. C. 2011^b. Referencia de especies arbóreas forrajeras (EAF) en el municipio de Tepalcatepec Michoacán. III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XXI. Morelia y Tepalcatepec, Mich. 2 al 4 de marzo. pp. 290-292.

Gutiérrez, V. E., Ávila, R. N. A., González, G. J. C., Hernández, M. G. I., Juárez C. A. y Quintana, B. B. 2013. Usos y potencial forrajero de las especies arbóreas del trópico seco en el estado de Michoacán. Tercer Simposio Internacional sobre Producción Animal. Universidad Autónoma del estado de México. 6 y 7 de mayo.

Hagerman A.E. and Butler L.G., 1991. Tannins and lignins. In: Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites, Vol I: The chemical participants, (Rosenthal G.A. and Berenbaum M.R., eds.), Academic Press, NY (USA), pp. 355-388.

Hernández, R. R. y Ponce, C. P. 2004. Efecto del Silvopastoreo como sistema de explotación bovina sobre la composición de la leche. *Livestock Research for Rural Development*. 16(6):1-4. <http://www.lrrd.org/lrrd16/6/hern16043.htm>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2013.

Hernández, M. L. 2013. Los taninos de las especies arbóreas forrajeras de la Región de Tierra Caliente en la producción (*in vitro*) de metano (CH₄). Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. p. 1-78.

Hoyos, P. 1987. Características nutritivas y botánicas de sabana nativa sin quema suplementada con leguminosa en los Llanos Orientales de Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. p. 153.

Hutchings, N.J. y Gordon, I. J. 2001. A dynamic model of herbivore-plant interactions on grasslands. *Ecological Modeling* 136:209-222.

Ibrahim, M. X. y Camargo, J. C. 2001. ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? *Agroforestería en las Américas*. 8(32):35-41.

INEGI 2012. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Carácuaró y Huetamo, Michoacán de Ocampo. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geográficos>. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2013.

Jaimes, P. H. Navarro, P. H. Lázaro, S. M. H. González, G. J. C. Villaseñor, A. A. Madrigal, S. X. y Gutiérrez, V. E. 2003. Identificación del nombre científico y composición química de algunos árboles forrajeros del municipio de San Lucas, Michoacán. XIV Encuentro de Investigación Pecuaria y Producción Animal. Morelia, Michoacán. p. 282-287.

Jiménez, F. G. J. 2000. Árboles y arbustos forrajeros de la Región Maya-Tzotzil del Norte de Chiapas, México. (Tesis Doctoral). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de Yucatán. p. 59-68.

Jiménez, G. R. 2002. Capacidad productiva de los sistemas silvopastoriles en Chilpancingo México. 1er. Simposio Internacional Producción Animal Sustentable. Acapulco, Gro. 21-23 Febrero. p. 426 – 429.

Jones B., Jr. S. 1987. Sistemática Vegetal. Mc Graw Hill. 2nd edition.

Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, Y., Ozay, O., Ozkan, C. O. and Sakarya, M. 2004. Chemical composition and *in vitro* gas production characteristics of several tannin containing tree leaves. Livestock Research for Rural Development. 16(6). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/6/kama16044.htm>. Fecha de consulta: 06 de junio de 2013.

Kaplan, I., Halitschke, R. Kessler, A. Sardanelli, S. y Denno, R. F. 2008. Constitutive and induced defenses to herbivory in above- and below-ground plant tissues. Ecology 89: 392-406.

Kim, L. N., Preston, T. R., Van, B. D. and Duy, L. N. 2003. Effects of tree foliage compared with grasses on growth and intestinal nematode infestation in confined goats. Livestock Research for Rural Development. 15(6). p.1-11. Fecha de consulta: 28 de febrero de 2015.

Kitula, Rukia A. 2007. Use of medicinal plants for human health in Udzungwa Mountains Forests: a case study of New Dabaga Ulongambi Forest Reserve, Tanzania. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 2007, 3:7.

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. Agroforestería para la producción animal. FAO. 143. Roma. p. 07-122.

Larbi, A., Smith, J. W., Kurdi, I. O., Adenkule, A. M. y Ladipo, D. O. 1998. Chemical composition, rumen degradation and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. *Animal Feed Science and Technology*. 72(1-29):81-96.

Leng, R.A. 2009. Decline in available world resources – implications for livestock production system. FAO/IAEA International Symposium on Sustainable Improvement of Animal Production and Health. 5-6.

Macedo, A., Gutiérrez, E. y Salas, G. 2007. Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales de melaza urea en vacas anéstricas en Carácuaro, Michoacán. México. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. 18 (11):1-13. <http://www.lrrd.org./lrrd18/11/macc18156.htm>. Fecha de consulta: 15 de mayo de 2013.

Makkar, H.P.S. 2006. Chemical and biological assays for quantification of major plant secondary metabolites. BSAS Publication 34. The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds. Edited by C.A. Sandoval-Castro, F.D.DeB.D. Hovell, J.F.J. Torres-Acosta and A. Ayala-Burgos. Nottingham University Press. Pp. 235-249.

MARN 2009. Manual de Agroforestería para Zonas Secas y Semiáridas. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala/Mecanismo Mundial de la UNCCD. p.102.

Martínez, S. J., Pedraza, R. M. y García, Y. 2001. Influencia del método de secado del follaje y el solvente de extracción en la cuantificación de polifenoles extractables totales. *Pastos y Forrajes*. Vol. 24. No. 4. p. 353-356. Fecha de consulta: 01 de marzo de 2015.

Min, B. R. Barry, T. N., Attwood, G. T. y 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. Fecha de consulta: 06 de febrero de 2015.

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

Minson, D. J. 1967. The voluntary intake and digestibility, in sheep, of chopped and pelleted *Digitaria decumbens* (pangola grass) following a late application of fertilizer nitrogen. *British Journal Nutrition*. 21:587. http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN21_03%2FS0007114567000649a.pdf&code=df4faea93a5eb7ba7fc0936b8a4b398c. Fecha de consulta: 15 de febrero de 2015.

Molina-Mercado, V. M., Gutiérrez-Vázquez, E., Herrera-Camacho, J., Gómez-Ramos, J., Ortiz-Rodríguez, R. y Santos-Flores, J. 2008. Caracterización y modelación gráfica de los sistemas de producción bovina en Tierra Caliente, Michoacán: 1. Bovinos productores de carne. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia, 20 (2):1-9. <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/moli20195.htm>. Fecha de consulta: 17 de junio de 2015.

Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development*. 15(10):1-16. <http://www.lrrd.org/lrrd15/10/murg1510.htm>. Fecha de consulta: 30 de mayo de 2013.

Murphy, J. and Riley, J. P. (Update on 03-27-03 by Bob Snyder), Taken from: A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters, *Analysis Chemical. Acta*, (2781962) 31-36. Fecha de consulta: 29 de enero de 2015.

Navarro, G. H. 2004. Agricultura Campesina-indígena, Patrimonio y Desarrollo Agroecológico Territorial. México. CONACYT-COLPOS.

Navarro, G. H., S, S. A., Lindermann, H. y Pérez, O. M. A. 2012. La Diversidad de Especies útiles y Sistemas Agroforestales. Diversity Of Useful Species And Agroforestry Systems. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 18(1): 71-86.

Norton B. W. 1994a. The nutritive value of tree legumes. In: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. C. Gutteridge and H. Shelton (Eds). CAB International, UK. pp.177-192.

Norton B. W. 1994b. Antinutritive and toxic factors in forage tree legumes. C. Gutteridge and H. Shelton (Eds). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, UK. CAB International. pp. 202-215.

National Research Council (NRC). Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academy Press. Washington, D. C. Seventh Revised Edition. 1996. Fecha de consulta: 25 de febrero de 2015.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (ONU). 2006. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. Hacia la ordenación forestal sostenible. Roma, Italia. Estudio. FAO-Montes 147.

Osuna, S. O. 2002. La problemática de la ganadería en México. IX Encuentro Nacional de Legisladores del Sector Agropecuario (Memorias). Culiacán, Sinaloa. México. p. 86-90.

Otero, M. J. e Hidalgo, L. G. 2004. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales. Livestock Research for Rural Development. 16(2):1-17. Fecha de consulta: 03 de marzo de 2015.

Palma, J. M. 2005. Los árboles en la Ganadería del trópico seco. Avances de Investigación Agropecuaria. 9(1). Enero-abril, 2005. Universidad de Colima, México. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83709101>. Fecha de consulta: 21 de marzo de 2013.

Patra, A.K. and Saxena, J. 2010. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry*. 71(11-12): 1198-222.

Patra, A.K. 2011. Enteric methane mitigation technologies for ruminant livestock: a synthesis of current research and future directions. *Environmental Monitoring and Assessment*. May 6.

Pereira, F. J. M., Viera, E. L. y Kamalak, A. 2005. Correlacao entre o teor de tanino e a degradabilidade ruminal da materia seca e proteina bruta do feno de jurema-preta (*mimosa tenuiflora* Wild) tratada con hidróxido de sodio. *Livestock Research for Rural Development*. 17(8):1-12.

Pinto. R. 2002. Árboles y arbustos con potencial forrajero del Valle Central de Chiapas. (Tesis de doctorado). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. México. p. 82-103.

Pinto. R. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderos de Chiapas, México. Usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. <http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia>. 26(1):19-31, 2010. Fecha de consulta: 30 de marzo de 2015.

Pizzani P., Matute I., Martino G., Arias A., Godoy S., Pereira I., Palma J. y Rengifo M. 2006. Composición fotoquímica y nutricional de algunos frutos de árboles de interés forrajero de los llanos centrales de Venezuela. *Revista Ciencia Veterinaria*. 47(2):105-113.

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

Quintana, B. B., Ávila, R. N. A. y Gutiérrez, V. E. 2011. Árboles con potencial forrajero del municipio de La Huacana Michoacán. III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XXI. Morelia y Tepalcatepec, Mich. 2 al 4 de marzo. pp. 293-295.

Ramos, G. Frutos, P. Giráldez, F. J. y Mantecón, A. R. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. Archivos de Zootecnia 47(180):597-620.

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

Reinoso, O. y Silva, S. 2010. El uso de sales minerales Suplementación mineral en ganado de carne. <http://vademecum.com.uy/articulos-tecnicos/bovinos-articulos-tecnicos/el-uso-de-sales-minerales-suplementación-mineral-engañado-de-carne.html>. Fecha de consulta: 12 de junio de 2013.

Rodríguez-Flores, O. R., Torríz-Centeno, E. A. y Valenzuela-Betanco, R. A. 2005. Plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades en los animales domésticos, Reserva Natural El Tisey, Estelí. (Tesis de Licenciatura). Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda.

Roldán V., Gasparotti, M., Luna, M., Piérola, F., Sola, J., Papel, C. y Pinto, M. 2005. Estudios comparativos de perfiles metabólicos minerales de vacas lecheras gestantes pertenecientes a la región centro de Santa Fe. Facultad de Ciencias Veterinarias. Esperanza-Santa Fe. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121205/120503.pdf>. Fecha de consulta: 01 de julio de 2013.

Romero, L. C. E., Palma, G. J. M. y López, J. 2000. Influencia del pastoreo en la concentración de fenoles y taninos condensados en *Gliricidia sepium* en el trópico seco. Livestock Research for Rural Development 4(12):1-9 <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/rome124.htm>. Fecha de consulta: 04 de junio de 2013.

Rosales, M. M. 1999. Mezclas de forrajes: uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. Sánchez, D. M. y Rosales, M. M. (Editores). Agroforestería para la Producción Animal. F.A.O. Roma. p. 201- 230. <http://lead-es.virtualcentre.org/es/ele/conferencia1/Rosales9.htm>. Fecha de consulta: 24 de marzo de 2013.

Rubanza, C. D. K., Shem, M. N., Bakengesa, S. S., Ichione, T. and Fujihara, T. 2005. Content of macro and micro minerals of deferred forages in solvopastoral traditional fodder banks (Ngitiri) of Meatu district of central northwestern Tanzania. *Livestock Research for Rural Development* 17(5):1-9. Fecha de consulta: 09 de febrero de 2015.

Salas, G. 2007. Efecto de la suplementación con grasa de By-Pass sobre el perfil lipídico, concentraciones plasmáticas de progesterona y el reinicio de la actividad ovárica posparto de vacas Indobrasil en el trópico seco de Michoacán. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. p. 1-85.

Salamanca, A. 2010. Suplementación de minerales en la producción bovina. REDVET Revista Electrónica de Veterinaria. 11(09). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090910.html>. Fecha de consulta: 02 de mayo de 2013.

Salazar, A. R., Pérez, L. L. A., López, A. J., Alanís, G. B. A y Waksman de T. N. 2009. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Plants from Northeast of Mexico . Oxford University Press. p.6. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/uk/>.

Salem Z. M., Salem M. Z. M., El-Adawy M. M. y Robinson P. H. 2006. Nutritive evaluations of some browse tree foliage during the dry season: secondary, compounds, feed intake and in vivo digestibility in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology*. 127 (3-4):251-267.

Sánchez, G., M. C. 1993. Árboles y arbustos utilizados como leña, en la comunidad de X-Uilub, Yucatán, México. *Revista Biótica, Nueva Época*, 1, 69-80.

Sánchez, M. D. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical Sánchez, D. M. y Rosales, M. M. (Editores). Agroforestería para la Producción Animal. F.A.O. 143. Roma. p.1-36. <http://www.lead.virtualcenter.org/es/ele/conferencia1/sanchez1.htm>.

Fecha de consulta: 20 de marzo de 2013.

Sánchez, R. G. y Sánchez, V. A. 2005. La Ganadería bovina del estado de Michoacán. Edit. Fundación Produce Michoacán, A. C. p. 37-76.

Saray, S. y Crespo, G. 2004. Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas puras e intercaladas con *Leucaena*. Pastos y Forrajes. 27(4):347-353.

Sejian, V., Lal, R., Lakritz, J. and Ezeji, T. 2011. Measurement and prediction of enteric methane emission. International Journal of Biometeorology. 55: 1-16.

STATISTIC. 2011. Statistical Analysis System institute. 2011. User's Guide: Versión 10.

Savón, I. Mora, L. M. Dihigo, L. E., Rodríguez, V., Rodríguez, Y., Scull, I., Hernández, Y., Ruiz, T. E. 2008. Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto intestinal de cerdos en crecimiento ceba. Zootecnia Tropical. 26(3):391-394.

Sebata, A. Ngongoni, N. T. Mupangwa, J. F. Nyakudya, W. I. and Dube, J. S. 2005. Chemical composition and degradation characteristics on puncture vine (*Tribulus terrestris*) Tropical and Subtropical Agroecosystem. 5:85-89.

Shimada, M. 2010. Nutrición animal. Segunda edición. Editorial Trillas, México D.F. p. 187-204.

SEMARNAP 2009. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Atlas Forestal de México.

Soler Alarcón, J. G., and Luna Peixoto, A. 2008. Use of Terra Firme Forest by Caicubi Caboclos, Middle Rio Negro, Amazonas, Brazil. A Quantitative Study. *Economic Botany* 62, 60–73.

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*. México. 42(2):129-144.

Torres-Acosta, J. F., Alonso-Díaz, M. A., Herve, H., Sandoval-Castro, C. A. y Aguilar-Caballero, A. J. 2008. Efectos negativos y positivos del consumo de forrajes ricos en taninos en la producción de taninos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9(2008):83-90.

<http://www.veterinaria.uady.mx/publicaciones/journal/vol-9-amca/Torres%208.pdf>.

Fecha de consulta: 21 de julio de 2015.

Urbano, D. y Dávila, C. 2005. Leguminosas arbóreas para optimizar la producción de leche y carne. En González C. y Soto E. (eds.). *Manual de Ganadería Doble Propósito*. Fundación GIRARZ. Editorial Astro Data, Maracaibo, Venezuela, pp. 213-218.

Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Zapata A. y Solarte L., *et al.* 2011. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. p.78.

Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2a. ed. Cornell University Press. London, England.

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.

Waghorn, G. 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production - progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology*. 147(1-3): 116-139.

Zaccagnini, E. M., Wilson, G. M y Oszust, D. J. 2014. Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. 1ª. Edición. Buenos Aires: Programa Naciones Unidas para el Desarrollo. PNDU: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, INFA. ISBN 978-987-1560-55-4. p.95.

Zamora, S., García, J., Bonilla, G., Aguilar, H., Harvey, C.A. y Muhammad, I. 2001. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. 8 (31): 1-81.

12.- APÉNDICE 1. GEOREFERENCIACIÓN DE LAS NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS ENCONTRADAS EN LA REGIÓN DE ESTUDIO

Nombre común	Rancho "El Guayabo"		Rancho "Cañana de Zacapungamio"		Rancho "Don José"	
	Georeferenciación	Altitud (msm)	Georeferenciación	Altitud (msm)	Georeferenciación	Altitud (msm)
Anono	N 18° 56' 15.8" W 100° 56' 05.6"	712	N 18° 56' 14.6" W 100° 56' 03.7"	701	N 18° 53' 07.3" W 100° 58' 33.0"	655
Bálsamo	N 18° 56' 13.0" W 100° 55' 53"	725	N 18° 56' 09.9" W 100° 55' 45.4"	735	N 18° 53' 02.7" W 100° 59' 07.6"	
Barrajilla	N 18° 56' 12.2" W 100° 55' 51.8"	721	N 18° 56' 12.5" W 100° 55' 57.3"	710	N 18° 56' 12.3" W 100° 55' 51.8"	726
Bola de pájaro	N 18° 58' 23.2" W 101° 65' 05.1"		N 18° 58' 17.1" W 101° 05' 05.5"	674	N 18° 53' 00.1" W 100° 59' 08.2"	635
Candelerero	N 18° 53' 37.1" W 100° 56' 49.5"	715	N 18° 58' 00.7" W 101° 05' 06.8"	732	N 18° 53' 36.5" W 100° 56' 49.3"	712
Capulín	N 18° 56' 15.6" W 100° 56' 04.8"	719	N 18° 58' 25.6" W 101° 05' 06.5"		N 18° 52' 59.4" W 100° 59' 06.7"	635
Cascabelillo	N 18° 56' 12.6" W 100° 55' 51.5"	724	N 18° 57' 54.3" W 101° 04' 34.7"		N 18° 57' 54.3" W 101° 04' 34.7"	
Cascarilla	N 18° 56' 05.3" W 100° 56' 01.4"	731	N 18° 56' 05.4" W 100° 56' 01.2"	725	N 18° 56' 04.2" W 100° 56' 01.0"	736
Caúrica, cagúrica	N 18° 56' 12.0" W 100° 55' 48.3"	730	N 18° 56' 12.0" W 100° 55' 48.3"		N 18° 53' 03.4" W 100° 59' 06.9"	632
Chacúa, crucillo chino	-	.	N 18° 58' 17.1" W 101° 05' 05.6"	675	N 18° 53' 00.2" W 100° 59' 07.8"	635
Charapo	N 18° 56' 10.3" W 100° 55' 47.1"	718	N 18° 58' 26.2" W 101° 05' 35.4"	731	N 18° 58' 26.1" W 101° 05' 35.4"	731
Chirimilla	N 18° 56' 12.4" W 100° 55' 57.5"	723	N 18° 58' 24.1" W 101° 05' 04.9"	668	N 18° 53' 0.02" W 100° 59' 07.7"	
Chirimo, chirare	N 18° 56' 17.4" W 100° 56' 07.8"	704	N 18° 57' 18.9" W 101° 0.4' 38.2"			
Chucumpú	-		N 18° 58' 21.0" W 101° 05' 01.1"	676	N 18° 53' 00.1" W 100° 59' 19.0"	649
Ciruelo, ciruelo bobo, ciruelo agrio	N 18° 56' 20.3" W 100° 56' 07.5"	717	N 18° 58' 15.7" W 101° 05' 05.1"	674	N 18° 53' 03.4" W 100° 59' 08.7"	640
Colmillo de Cuche	N 18° 56' 13.3" W 100° 55' 54.3"	724	N 18° 57' 47.8" W 101° 04' 39.2"	725	N 18° 57' 47.8" W 101° 04' 39.2"	725
Copal, copal chino			N 18° 58' 17.2" W 101° 05' 05.4"	673		
Copal negro, copal	N 18° 56' 10.1" W 100° 55' 57.5"	735	N 18° 58' 3.1" W 101° 05' 05.3"	673	N 18° 52' 59.2" W 100° 59' 06.7"	
Cuerillo	N 18° 56' 15.5" W 100° 56' 05.6"	716	N 18° 56' 17.5" W 100° 56' 07.7"	688	N 18° 53' 00.3" W 100° 59' 06.8"	620
Cuincanchire	N 18° 56' 12.4" W 100° 55' 58.5"	728				
Cuirindal	N 18° 56' 15.7" W 100° 56' 05.6"	713	N 18° 58' 21.3" W 101° 05' 05.0"	666		
Cuitás, palo blanco	N 18° 56' 18.4" W 100° 56' 09.7"	706	N 18° 58' 06.9" W 101° 05' 08.5"	685	N 18° 53' 01.2" W 100° 59' 06.9"	643
Encino	-	-	-	-	-	-
Encino prieto	-	-	-	-	-	-

Espino	N 18° 56' 17.9" W 100° 56' 08.6"	706	N 18° 58' 21.4" W 101° 05' 05.0"	667	N 18° 53' 11.6" W 100° 58' 17.9"	
Guácima, borreguillo, cicuito	-	-	-	-	-	-
Granjeno	N 18° 56' 13.5" W 100° 55' 55.0"	722	N 18° 58' 25.5" W 101° 05' 06.3"		N 18° 53' 09.4" W 100° 59' 07.7"	617
Guácima blanca	N 18° 57' 56.5" W 101° 05' 11.3"	728	N 18° 57' 58.4" W 101° 04' 35.5"	-	N 18° 52' 55" W 100° 59' 07.1"	652
Guácima colorada	N 18° 56' 11.6" W 100° 55' 58.5"	734	N 18° 58' 26.3" W 101° 05' 02.2"	735	N 18° 53' 03.3" W 100° 59' 06.8"	633
Guan viejo	N 18° 56' 12.2" W 100° 55' 58.3"	729	N 18° 58' 25.8" W 101° 05' 06.5"	669	N 18° 53' 06.9" W 100° 59' 06.8"	-
Hilamo	N 18° 56' 17.8" W 100° 56' 07.7"	705	N 18° 58' 25.4" W 101° 65' 03.3"	-	N 18° 53' 09.0" W 100° 59' 07.8"	618
Huajillo colorado	N 18° 56' 16.1" W 100° 56' 04.6"	720	N 18° 56' 12.5" W 100° 55' 58.5"	708	N 18° 56' 10.2" W 100° 55' 46.2"	719
Jacal de venado	N 18° 58' 26.2" W 101° 05' 06.5"		N 18° 58' 00.2" W 101° 05' 07.3"	733	N 18° 58' 25.8" W 101° 05' 06.5"	
Jazmín	N 18° 56' 14.9" W 100° 56' 04.3"	719	N 18° 56' 16.4" W 100° 56' 07.2"	691	N 18° 56' 14.9" W 100° 56' 03.8"	714
Junco	N 18° 56' 16.3" W 100° 56' 07.1"	711	N 18° 56' 16.5" W 100° 56' 07.2"	709	N 18° 52' 57.2" W 100° 59' 14.6"	
Limonsillo	N 18° 56' 12.7" W 100° 55' 58.2"	727	N 18° 58' 26.7" W 101° 05' 06.5"		N 18° 53' 08.9" W 100° 58' 28.1"	
Limón agrio	N 18° 56' 16.0" W 100° 56' 06.2"	713	N 18° 58' 02.8" W 101° 04' 40.0"	710	N 18° 58' 02.1" W 101° 04' 38.4"	710
Moco de tundo	N 18° 56' 13.6" W 100° 56' 02.9"	720	N 18° 56' 13.6" W 100° 56' 03.1"	702	N 18° 56' 13.6" W 100° 56' 03.1"	702
Nanchal	N 18° 54' 12.4" W 100° 55' 58.0"	720	N 18° 56' 13.6" W 100° 56' 02.9"	704	N 18° 56' 12.7" W 100° 56' 02.3"	704
Ocotillo	-	-	-	-	-	-
Oreganillo	N 18° 57' 59.3" W 101° 05' 08.7"	724	N 18° 58' 6.3" W 101° 05' 06.9"		N 18° 53' 09.4" W 100° 59' 03.9"	611
Otate	N 18° 56' 13.8" W 100° 56' 03.0"	722	N 18° 58' 21.0" W 101° 05' 07.5"	675	N 18° 58' 21.0" W 101° 05' 07.5"	-
Palo de aro	N 18° 58' 21.3" W 101° 05' 06.1"	-	N 18° 58' 21.9" W 101° 05' 05.7"	670	N 18° 52' 55.8" W 100° 59' 06.7"	-
Palo colorado	N 18° 56' 09.3" W 100° 55' 42.9"	736	N 18° 56' 09.2" W 100° 55' 42.9"	718	N 18° 56' 09.6" W 100° 55' 43.6"	737
Palo prieto	N 18° 56' 15.4" W 100° 56' 05.4"	713	N 18° 56' 14.0" W 100° 56' 03.4"	702	N 18° 53' 02.5" W 100° 59' 06.9"	
Papelillo	N 18° 58' 19.4" W 101° 05' 01.6"		N 18° 57' 58.4" W 101° 05' 09.6"	731	N 18° 52' 59.2" W 100° 59' 06.9"	
Pata de venado blanca	N 18° 31' 7.76" W 100° 47' 40.6"	262	N 18° 58' 21.2" W 101° 05' 03.7"	670	N 18° 32' 77.4" W 100° 47' 4.05"	264
Pochota	N 18° 53' 08.5" W 100° 59' 03.9"	618	N 18° 58' 20.1" W 101° 05' 01.5"	676	N 18° 58' 08.1" W 101° 04' 47.4"	618
Quringucua	N 18° 56' 12.6" W 100° 55' 59.7"	709.0	N 18° 56' 12.7" W 100° 55' 59.7"	706	N 18° 56' 12.6" W 100° 55' 59"	705
Sangre de toro	N 18° 58' 21.3" W 101° 05' 03.4"	670	N 18° 58' 21.3" W 101° 05' 03.4"	670	N 18° 53' 03.4" W 100° 59' 08.7"	
Satanicúa	N 18° 56' 15.7" W 100° 56' 05.4"	711.0	N 18° 56' 12.5" W 100° 55' 58.5"	705.0	N 18° 56' 12.3" W 100° 55' 56.9"	715
Suelda con	N 18° 56' 10.9" W	737	N 18° 56' 12.1" W 100°	713	N 18° 58' 19.5" W 100°	

suela	100° 55' 58.7"		55' 56.7"		0.5' 01.6"	
Surundanicuo	N 18° 58' 22.2" W 101° 0.5' 05.9"		N 18° 58' 22.2" W 101° 0.5' 05.9"		N 18° 53' 09.4" W 100° 59' 07.7"	615
Tamarindo	N 18° 56' 19.8" W 100° 56' 07.9"	715	N 18° 58' 03.1" W 101° 0.4' 39.4"	707	N 18° 58' 02.8" W 101° 0.4' 40"	707
Tarimoro						
Timbinillo	N 18° 56' 15.6" W 100° 56' 05.4"	712	N 18° 56' 15.1" W 100° 56' 05.2"	698	N 18° 56' 15.1" W 100° 56' 05.2"	697
Trébol	N 18° 56' 16.2" W 100° 56' 06.8"	711	N 18° 58' 20.3" W 101° 05' 00.5"	682	N 18° 52' 58.8" W 100° 59' 14.1"	623
Trompillo	N 18° 56' 17.8" W 100° 56' 08.6"	705	N 18° 58' 25.4" W 101° 05' 06.1"		N 18° 53' 02.5" W 100° 59' 06.9"	
Vara blanca	N 18° 58' 02.7" W 101° 0.4' 39.9"	695	N 18° 58' 02.7" W 101° 0.4' 39.9"		N 18° 58' 07.1" W 101° 05' 08.7"	683
Wende verde	N 18° 56' 10.3" W 100° 55' 46.4"	727	N 18° 58' 15.9" W 101° 05' 05.1"	673	N 18° 58' 23.6" W 101° 05' 05.0"	642
Aparicua	N 18° 32' 60.0" W 100° 47' 18.5"	276	N 18° 32' 60.0" W 100° 47' 18.5"	276	N 18° 32' 60.0" W 100° 47' 18.5"	276
Araricua	N 18° 55' 06.7" W 100° 56' 35.4"	737	N 18° 57' 59.2" W 101° 0.5' 08.5"	733	N 18° 57' 58.2" W 101° 04' 34.9"	
Bejuco						
Cahuinga					N 18° 31' 53.3" W 100° 47.7' 7.4"	274
Campirinche	N 18° 30' 36.6" W 100° 57' 60.4"	1852	N 18° 32' 07.5" W 100° 51' 40.3"	246	N 18° 31' 16.0" W 100° 57' 28.6"	252
Candelillo	N 18° 31' 77.7" W 100° 47' 40.6"	282	N 18° 31' 77.7" W 100° 47' 40.6"	282	N 18° 31' 77.7" W 100° 47' 40.6"	282
Chacapo					N 18° 32' 62.0" W 100° 47' 17.4"	181
Chaya	N 18° 32' 15.1" W 100° 51' 37.5"	218	N 18° 32' 10.1" W 100° 51' 39.2"	241	N 18° 32' 10.2" W 100° 51' 39.3"	248
Copal de perro						
Copal de santo	N 18° 47' 08.3" W 101° 0.2' 00.8"	497	N 18° 47' 09.2" W 101° 0.2' 07.7"	479	N 18° 47' 08.3" W 101° 0.2' 08.0"	487
Margarita	N 18° 31' 87.6" W 100° 47' 73.1"	278	N 18° 31' 87.6" W 100° 47' 73.1"	278	N 18° 31' 87.6" W 100° 47' 73.1"	278
Montón de indio	N 18° 56' 15.1" W 100° 56' 05.2"	700	N 18° 58' 26.2" W 101° 05' 35.4"	731	N 18° 58' 26.2" W 101° 05' 35.4"	731
Zorrillillo					N 18° 31' 73.4" W 100° 47' 76.3"	284