



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE
NUEVAS ESPECIES ARBÓREAS CON POTENCIAL FORRAJERO, EN
EL MUNICIPIO DE SAN LUCAS, MICHOACÁN, MÉXICO**

TESIS QUE PRESENTA:

HILARIO DE JESÚS MARTÍNEZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Director de tesis:

Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez

Co-tutora:

M.C. Nallely López Hernández

Morelia, Michoacán, agosto de 2016

DEDICATORIAS

La presente es el símbolo del esfuerzo que concluye con una satisfacción enriquecedora, cerrando un ciclo importante en el camino de la vida por los senderos de la universidad.

A MIS PADRES

Sr. Aurelio de Jesús Hernández

Sra. Enriqueta Martínez de Jesús

A quienes les debo la vida, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, ustedes han logrado que yo culmine con gran satisfacción mis estudios. Me han dado todo lo que soy como persona, valores y principios para conseguir mis objetivos.

A MIS HERMANOS

Con mucho cariño a Leticia, Ricardo y Alejandra. Por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. Por compartir las enseñanzas de nuestros padres y los momentos maravillosos que juntos transitamos como una gran familia. Por su apoyo gracias.

A MIS ABUELOS

Como a un padre siempre te he visto y como una madre también, gracias a su sabiduría influyeron en mi la madurez para lograr mis metas, son para ustedes estas líneas de agradecimiento por todo su amor. En especial al que se me ha adelantado de este mundo, siempre estarás presente en nuestras vidas, para ti gracias abuelo.

AGRADECIMIENTOS

Agradeciendo infinitamente a Dios por darme la fuerza, entendimiento, paciencia y fortaleza para culminar este trabajo. Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A la UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, en deuda con la FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, por permitirme formar parte de su alma máter.

A mi directora de tesis: Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y motivación ha logrado que pueda terminar con éxito este trabajo de investigación del cual debo.

A mi co-tutora: M.C. Nallely López Hernández, siempre detrás de mí, al pendiente de mi desarrollo profesional, por sus consejos y su experiencia en el área de investigación, fue pilar para culminar el trabajo en tiempo y forma. Mil gracias por todo.

Gracias al M.C. Xavier Madrigal Sánchez, biólogo especialista en la línea de Investigación Forestal, por su grata colaboración en la clasificación taxonómica de las diferentes especies reportadas en esta investigación.

Gracias también al M.C. Carlos Alberto Villalba Sánchez, por el apoyo y dedicación durante la redacción de este documento.

A la Q.F.B. Ma. de la Paz Ochoa Salazar y M.C. Nayda Luz Bravo Hernández, por su colaboración en el desarrollo del trabajo de laboratorio.

Gracias a dios y a ellos he asimilado que a pesar de los grandes tropiezos y fracasos de la vida no son limitaciones para darse por vencido, lo trascendental es levantarse, reflexionar y valorar lo vivido para seguir intentando una y otra vez más a pesar de las diferencias y obstáculos, sin perder la esencia de la humildad.

Retribuyo su tiempo, paciencia y enseñanza, por mostrarme que ser el mejor es una virtud que se obtiene con esfuerzo y dedicación, sin lugar a duda es una visión que se puede alcanzar con algo de talento y mucho trabajo, gracias por todo.

Gracias a todas aquellas personas que me brindaron su amistad, por los momentos tan gratos, por su sinceridad y porque confiaron en mí; gracias porque siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado. Con todo mi cariño esta tesis se las dedico a ustedes.

Pbro. Hilario Montalvo Bolaños

Sra. Edith Mata Álvarez

Sr. Carlos David Juárez Pantoja

Sra. Alma Rosa Calderón Maldonado

A mis maestros, que en este andar de la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparado para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ustedes les dedico una de estas páginas.

Y por último: quiero dedicarte estas líneas de agradecimiento por las horas inmensas de felicidad que me brindaste durante nuestra estancia en la facultad, porque en cuanto apareciste ante mí pude comprender el significado de las emociones intensas, me recargué con tu fuerza, me llené de ilusiones y me descubrí dentro de este mundo, que hasta entonces había sido hostil. En ese momento entendí cuál era el verdadero motor de mi vida, lo que me impulsaba a seguir adelante. Ante todo gracias por el amor y los momentos tan gratos que me brindaste.

Se agradece el apoyo brindado por parte del Consejo de Investigación Científica de la Universidad Michoacana, por el financiamiento, que permitió el desarrollo del presente trabajo.

"La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar".
(Thomas Chalmers)

INDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. - INTRODUCCIÓN	3
1.1.- Antecedentes de la ganadería extensiva	5
1.2.- La ganadería extensiva en el trópico seco michoacano	7
1.3.- Sistemas agroforestales	8
1.4.- Árbol forrajero	9
1.5.- Servicios ecosistémicos	10
1.6.- Especies arbóreas forrajeras referidas por los ganaderos en la Región de Tierra Caliente Michoacán	11
1.7.- Clasificación taxonómica	14
1.8.- Composición química de las especies arbóreas forrajeras	14
1.9.- Metabolitos secundarios de los árboles forrajeros	15
2.- OBJETIVO GENERAL	17
2.1.- Objetivos específicos	17
3.- MATERIAL Y MÉTODOS	18
3.1.- Descripción del área de estudio	18
3.2.- Identificación de las especies arbóreas	18
3.3.- Ubicación de las áreas de muestreo	18
3.4.- Obtención de muestras	19
3.4.1.- Muestras para la clasificación taxonómica	19
3.4.2.- Determinación de la composición químico-nutricional	19
3.5.- Análisis estadísticos	20
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21

4.1.- Identificación y clasificación taxonómica.....	21
4.2.- Composición química.....	23
4.3.- Concentración de metabolitos secundarios (fenoles totales y taninos condensados)	30
4.4.- Usos alternos y/o tradicionales de los árboles forrajeros.....	33
5. - CONCLUSIONES	38
6. - BIBLIOGRAFIA	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Municipios del estado de Michoacán con inventarios de Especies Arbóreas Forrajeras Multipropósito.....	11
--	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química (% en base seca) de especies arbóreas con potencial forrajero del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	13
Tabla 2. Nombre común y científico de los nuevos árboles referidos como forrajeros en el municipio de San Lucas, Michoacán, México.	22
Tabla 3. Composición química (% en base seca) del follaje verde de nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	24
Tabla 4. Clasificación de calidad de forrajes (%materia seca), según el contenido de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA).....	28
Tabla 5. Especies forrajeras con porcentaje mínimo de TC en follaje (<2%) de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	31
Tabla 6. Especies forrajeras con niveles de 2-4% de TC en follaje de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	31

Tabla 7. Especies forrajeras con porcentajes superiores al 5% de TC en follaje de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	32
Tabla 8. Nuevas especies arbóreas forrajeras de valor maderable para la elaboración de muebles y herramientas de trabajo del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	35
Tabla 9. Nuevas especies arbóreas medicinales para humanos referidos por los productores del municipio de San Lucas Michoacán México.	36
Tabla 10. Nuevas especies arbóreas forrajeras que se utilizan como fuente medicinal para padecimientos en animales del municipio de San Lucas, Michoacán, México..	37

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Número de árboles referidos por municipios en la Región de Tierra Caliente Michoacán, México.....	14
Grafica 2. Clasificación de las nuevas especies arbóreas referidas en el municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	23
Grafica 3. Promedios de proteína cruda (PC) de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.	25
Grafica 4. Promedios de materia orgánica de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.	26
Grafica 5. Promedios de fibra detergente neutra (FDN) de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	27
Grafica 6. Promedios de fibra detergente acida (FDA) de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	27
Grafica 7. Promedios de calcio de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	29
Grafica 8. Promedios de fosforo de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	29

Grafica 9. Correlación lineal de fenoles totales en relación a los taninos condensados de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	30
Grafica 10. Porcentajes de mención de los diferentes usos y servicios ecosistémicos primarios que proveen los árboles forrajeros referidos por los ganaderos del municipio de San Lucas, Michoacán, México.....	33

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consistió en identificar las nuevas especies con potencial forrajero en el municipio de San Lucas, Michoacán. Se aplicaron encuestas a un grupo de quince productores, quienes refirieron la existencia de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras (EAF). Estas especies fueron valoradas en su composición química y la mayoría fueron identificadas taxonómicamente. De las especies referidas, a 21 de estas se determinó su clasificación taxonómica de forma completa (familia, género y especie), una especie fue clasificada de forma parcial (familia), identificándolas en 10 familias diferentes y nueve especies no se han clasificado aún. La concentración promedio de proteína cruda en las especies evaluadas fue de $17.66 \pm 5.28\%$, con rangos de 9.12% a 29.01%. El 38.71% de las especies presentaron valores inferiores al 53.35% de fibra detergente neutra; en tanto que, las concentraciones de fibra detergente ácida, en la mayoría de las especies (61.28%) presentaron rangos entre el 33.08% a 45.08%. Los rangos de mayor y menor contenido de calcio fueron para *Neopringlea sp* con 2.30% y *Otatea acuminata* con 0.31% respectivamente. En cuanto al fosforo, la especie *Pterocarpus acapulcensis* contiene el valor más alto con 0.52%, en tanto que el zorrillillo (especie no clasificada) y *Otatea acuminata* ambos con 0.10% de este mineral, mientras que el 74.19% de las especies contiene del 0.10% al 0.18% de P. La concentración de metabolitos secundarios en las diferentes especies (41.93%) presentaron valores inferiores al 4% de taninos. Los productores ganaderos refirieron que el principal uso alternativo de las especies arbóreas forrajeras (EAF) son: leña 24.3%, cercos 20.6%, herramientas 18.1%, medicina para humanos 16.5%, alimento para personas 14.8% y en menor grado el de uso medicinal para animales con el 5.8%. Se discute el valor de la composición química y la importancia de los usos alternos de las especies arbóreas forrajeras nativas del municipio de San Lucas, Michoacán.

Palabras clave: ganadería, arboles forrajeros, alimentación animal, valor nutricional, composición química, taninos y fenoles.

ABSTRACT

The objective of this study was to identify new species with forage potential in the municipality of San Lucas, Michoacán. Surveys were applied to a group of fifteen livestock producers who referred the existence of 31 new fodder tree species (EAF). These species were evaluated in their chemical composition and most were identified taxonomically. Of the referred species, 21 were completely classified (family, genus and species), one was partially classified (family), identifying them in 10 different families and nine species have not been classified. The average concentration of crude protein of the evaluated species was $17.66 \pm 5.28\%$, with ranges from 9.12% to 29.01%. 38.71% of the species showed values lower than 53.35% of neutral detergent fiber; while concentrations of acid detergent fiber in most species (61.28%) had ranges from 33.08% to 45.08%. The highest and lowest calcium content were for *Neopringlea sp* with 2.30% and *Otatea acuminata* with 0.31%, respectively. As for the phosphorus (P), the species *Pterocarpus acapulcensis* contained the highest value with 0.52%, while the zorrillillo (*especie not classified*) and *Otatea acuminata* had the lowest, both with 0.10%; the other 74.19% of the species contained from 0.10% to 0.18% of P. The concentration of secondary metabolites in the different species (41.93%) was lower than 4% of tannins. Livestock producers reported that the main alternative uses of the fodder tree species (EAF) are for: firewood 24.3%, fences 20.6%, tools 18.1%, human medicine 16.5%, and food for people 14.8% and to a lesser extent for medicinal use in animals with 5.8%. The value of the chemical composition and the importance of the alternative use of native fodder tree species in the municipality of San Lucas, Michoacán are discussed.

Keywords: livestock, fodder trees, animal feed, nutritional value, chemical composition, tannins and phenols.

1. - INTRODUCCIÓN

La ganadería es responsable de la mayor parte del uso mundial de tierras; los pastizales y tierras de cultivo dedicadas a la producción de alimentos para el ganado representan casi el 80 % de todas las tierras agrícolas (FAO, 2012).

The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2015), señala que América Latina, con sus extensas áreas de pasturas, su régimen climático favorable y su uso racional de insumos, que incluye granos y fertilizantes, cuenta con todos los ingredientes naturales para ser un importante productor pecuario para satisfacer las demandas de alimentos y garantizar la seguridad alimentaria regional y mundial. Sin embargo, la producción agrícola y ganadera de la región, está cada vez más influenciada por factores climáticos y por el comportamiento de la demanda internacional de alimentos.

La actividad agropecuaria, es una de las formas de uso de la tierra más frecuente, especialmente por la ganadería, en cada uno de los países existen desde pequeños productores “ganadería de traspatio o ganadería extensiva”, hasta explotaciones de gran escala “semi-intensivos e intensivos” (Ibrahim y Camargo, 2001).

Los sistemas de producción pecuaria, son considerados como la estrategia social, económica y cultural más apropiada para mantener el bienestar de las comunidades, debido a que es la única actividad que puede proveer seguridad en el sustento diario, conservar ecosistemas, promover la conservación de la vida silvestre y satisfacer los valores culturales y tradiciones (Balvanera y Cotler, 2009).

La ganadería extensiva en América Latina, como practica de uso y manejo de los recursos naturales disponibles, ha creado múltiples manifestaciones sobre la interacción que existe entre las sociedades rurales y la naturaleza; incrementado los niveles de deforestación, degradación de los suelos, pérdida de la biodiversidad y la disminución de los recursos hídricos (FAO, 2015). Por otro lado, las necesidades de la población en constante crecimiento, hace que los sistemas de producción animal

busquen integrar el uso y la conservación de los recursos naturales (González *et al.*, 2006^a; González *et al.*, 2007).

Esta problemática que presentan los ganaderos, puede enfrentarse a partir del impulso de los sistemas agroforestales, que implica la presencia de árboles y/o arbustos forrajeros multipropósito, los cuales proporcionan cantidades considerables de proteína, energía y fósforo (Nahed *et al.*, 2008; Gutiérrez *et al.*, 2011).

El sistema silvopastoril se destaca por la presencia de animales pastoreando debajo de los árboles que pueden ser de vegetación natural o plantada, con fines diversos o de doble propósito, de nutrición y/o sombra para los animales, pensando en la producción animal. La implementación de estos sistemas de producción, podría ser una alternativa para la recuperación de áreas degradadas (Viana *et al.*, 2001).

Por otro lado, el estudio del germoplasma autóctono y la introducción de nuevas especies, incrementa las posibilidades de variar la composición florística y la capacidad de los sistemas agropecuarios para la producción de forrajes. Estos sistemas tienen como fundamento, la regeneración de especies nativas, además de la recuperación de especies autóctonas, es importante señalar que la quema de pasturas, es considerada como una práctica nociva para la propagación de muchas especies arbóreas, por lo tanto debe ser evitada, para frenar el proceso de expansión, de la agricultura y la ganadería irracional (Viana *et al.*, 2001).

En la Región de Tierra Caliente (RTC) la ganadería se desarrolla en un modelo compuesto por especies arbóreas, por pastos nativos e inducidos, arbustos, agostaderos amplios con terrenos escarpados, con clima cálido y una temperatura media anual de 22°C y estiaje muy prolongado (Molina *et al.*, 2008). En la región sobresale el sistema vaca-becerro; seguido de los modelos doble propósito, producción de pie de cría y en menor proporción el sistema producción de leche (Sánchez y Sánchez, 2005).

Las características del clima, la baja disponibilidad de tierras fértiles, la escases de agua y la estacionalidad que existe en estas regiones, hacen que la producción de

forrajes sean muy escasos y de bajo valor nutricional (Benavides, 1999; Cárdenas *et al.*, 2003), esto hace que los productores importen insumos de otras regiones, incrementando los costos de producción (Savón *et al.*, 2008).

De acuerdo con diversos estudios, se han registrado una gran variedad de especies arbóreas forrajeras. Gutiérrez *et al.*, (2013) reportan 172 especies arbóreas forrajeras multipropósito (EAFM) en 11 municipios del estado de Michoacán. González *et al.*, (2007), estudiaron la composición química de 67 especies arbóreas en la región de tierra caliente Michoacán; donde las concentraciones de proteína cruda son superiores al 8%, valor superior al de los esquilmos agrícolas que los productores utilizan en épocas de estiaje, tal es el caso del rastrojo de maíz que tiene 5.9% de proteína cruda (Macedo *et al.*, 2007).

Lo anterior demuestra la importancia que tienen las diferentes especies arbóreas y arbustivas presentes en la región del trópico seco michoacano, como una fuente de alimento alternativo para enfrentar los problemas de escases de forraje en el periodo de estiaje. Esta peculiaridad que presentan las especies arbóreas forrajeras nativas, resulta fundamental su estudio y generar un conocimiento sobre la diversidad vegetativa presente en la región.

1.1.- Antecedentes de la ganadería extensiva

La ganadería bovina en México representa una de las principales actividades del sector agropecuario del país. Esta actividad productiva es tal vez la más diseminada en el medio rural (Osuna, 2002).

La ganadería extensiva en México, como practica de uso y manejo de los recursos naturales disponibles, ha dado múltiples manifestaciones sobre la interacción que existe entre las sociedades rurales y los recursos naturales (Gerritsen y Van der Ploeg, 2006).

La ganadería en tierras tropicales ha dado como resultado efectos negativos, entre ellas la pérdida de la biodiversidad, compactación y erosión de los suelos e incremento en las emisiones de los gases que contribuyen al efecto invernadero.

Aunado a esto, la producción agrícola se encuentra rezagada por diversos factores, como la baja disponibilidad de tierras fértiles, escasas de agua, desorden en las unidades de producción e ineficiente capacitación de los campesinos y técnicos (Saray y Crespo, 2004). Estos factores hacen que la productividad ganadera, se encuentre en un estado crítico para la producción de alimentos de origen animal.

La ganadería extensiva en agostaderos busca demostrar que es posible lograr cambios en la forma y los métodos de producción convencional en las fincas ganaderas que han causado un gran impacto ambiental. Esto es posible con la implementación de los sistemas agroforestales o silvopastoriles que forman parte de una serie de acciones a fin de enfrentar los efectos devastadores del cambio climático (Quintana, 2010)

En un estudio García y Espíritu (2010), señalan que la ganadería extensiva en el trópico michoacano presenta un rezago en infraestructura y en alimentación, debido a los sistemas de producción que se desarrollan en la RTC, sobre todo cuando estos están siendo manejados en un esquema de producción continua; por lo que debe ponerse énfasis en el ámbito nutricional de los animales que están en producción.

La productividad ganadera mejora cuando se dispone de alimento suficiente y de aceptable valor nutritivo para satisfacer los requerimientos de los animales. Por lo tanto, los pastos y los forrajes constituyen una fuente primordial para los sistemas de producción a nivel mundial (Contino *et al.*, 2008). Sin embargo, en regiones subtropicales y tropicales de América Latina y particularmente de México, en época de estiaje los pastos son escasos y con contenidos nutricionales muy bajos (< 8% de PC) los cuales no llenan los requerimientos necesarios de los animales.

Las selvas tropicales son ecosistemas importantes por la gran biodiversidad que albergan, así como por los recursos y servicios ambientales que proporcionan. En la actualidad, un desafío de los sistemas de producción agrícola es integrar el uso y la conservación de los recursos naturales a partir de las necesidades de la población en constante crecimiento. Esto puede lograrse por lo menos en parte, mediante el

rescate del conocimiento de los productores y con la investigación sobre el uso y manejo de sus recursos naturales (González *et al.*, 2006^a).

1.2.- La ganadería extensiva en el trópico seco michoacano

La ganadería del trópico seco michoacano, se ha caracterizado por su naturaleza extensiva y dependiente de las precipitaciones pluviales para la producción de forraje, lo que la hace vulnerable a los efectos estacionales (Canela y Salas, 2002).

En Michoacán la ganadería es la segunda actividad de importancia económica, ocupa el 43% del territorio estatal, con una dimensión de 58,643 Km², ocupa el octavo lugar a nivel nacional con 1, 004, 565 cabezas de ganado bovino en existencia de un total de 23, 316, 942 a nivel nacional (Censo Agropecuario, 2007; Comisión Forestal del Estado, 2013), esta ganadería se desarrolla bajo un sistema de producción extensiva, presentando un serio estancamiento en su desarrollo, derivado principalmente por la deficiente nutrición animal, 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), parámetros que 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 manejo del ganado bajo este sistema de producción, comprende 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 hato. Las razas presentes son Suizo, Cebú y sus cruza, además de un alto inventario de animales Criollos que han demostrado buena adaptación a las condiciones existentes en el trópico (Salas, 2007).

La ganadería en el trópico seco michoacano, existen sistemas de producción extensivo a base de grandes extensiones de agostaderos, constituido a base de árboles forrajeros como fuente de alimento alternativo para el ganado en la época de estiaje, una forma estratégica para reducir el uso de insumos externos al interior de

las unidades productivas, insumos que equivalen hasta el 80% en los sistema de producción (Villa *et al.*, 2008).

De manera general la ganadería que se produce en los agostaderos de la selva baja caducifolia en el estado de Michoacán, se desarrolla bajo un modelo agroforestal; donde, los pastos, especies arbóreas y arbustos nativos, son los principales proveedores de forraje para la alimentación del ganado. Los árboles forrajeros favorece desde el punto de vista nutricional a los animales, así como la mejora del medio ambiente en cuanto a los recursos naturales, puesto que mantiene el equilibrio ecológico (Molina *et al.*, 2007)

1.3.- Sistemas agroforestales

La agroforestería se refiere a los sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, etc.) se utilizan deliberadamente en un mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/o producción animal (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, 2009), como una opción sostenible que permite reducir el impacto ambiental de los sistemas tradicionales de producción, el cual ofrece disminuir el impacto de la ganadería sobre los ecosistemas.

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 agropecuaria (Murgueitio, 2003).

Este tipo de esquemas proporcionan una serie de cambios en los suelos, de manera que en zonas de fuerte pendiente se recupera la cobertura vegetal permanente y se conserven los suelos frente a los fenómenos erosivos por el arrastre del suelo (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2002).

En la ganadería de la RTC michoacana, se identifican sistemas de producción extensivo, que tienen disponibilidad de recursos alimenticios naturales para el

ganado (pastos y especies arbóreas), lo que se traduce en diferentes estrategias de manejo que incluyen el aprovechamiento de la biodiversidad vegetal local, para incrementar la productividad, lo que puede definirlos como sistemas de producción agrosilvopastoril (Villa *et al.*, 2008; Gutiérrez *et al.*, 2011). Lo que contrasta con los bajos aportes que proveen los esquilmos agrícolas que son utilizados durante la época de seca.

Con este panorama y teniendo en cuenta que el sector ganadero es un dinamizador importante de la economía local y nacional, esta actividad tiene un futuro promisorio para generar desarrollo en las áreas rurales, dado al potencial productivo que proveen dentro de la región (Murgueitio *et al.*, 2010).

El componente principal de un sistema agrosilvopastoril es el árbol forrajero, estas especies están asociadas en un mismo hábitat o dispersos en función a su adaptación, clima y suelo; los podemos encontrar en laderas de cerros y en suelos degradados. Se adaptan muy bien en zonas secas donde las condiciones de los pastos es muy pobre (Jiménez, 2002).

Los beneficios de un sistema agroforestal pueden ser diferentes para cada situación y región del mundo, 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 (Pinto *et al.*, 2002).

1.4.- Árbol forrajero

El árbol forrajero es una planta perenne y frondoso, con el tallo lignificado, el cual se ramifica por arriba de la base, generalmente de más de 3 m de altura; 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 puede ser cosechada directamente por los animales de las ramas accesibles a ellos, o en forma de hojarasca constituida por las hojas que caen al suelo, equivalente al heno natural disponible en la época seca (Jiménez, 2002; Benezra *et al.*, 2003; Pizzani *et al.*, 2006).

1.5.- Servicios ecosistémicos

Son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, las condiciones y los procesos derivados de la biodiversidad y a través de la cual los ecosistemas sostienen la vida humana, todos estos servicios y bienes son generados biológicamente (Collette *et al.*, 2007).

Las EAFM, proveen servicios ecosistémicos directos e indirectos. Entre los servicios directos o de provisión para los humanos 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; así como la provisión de postes para cercos o cercos 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. Los servicios ecosistémicos indirectos o de apoyo para el ganado 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 (Gutiérrez *et al.*, 2011; López *et al.*, 2013). Estas especies al mantener su follaje total o parcial durante el año, proporcionan confort a los animales y mejora la producción ganadera en el trópico seco, haciendo que se incremente la ingesta de alimento en los animales; al respecto se han registrado diferencias de temperatura de hasta 17 °C (26 °C vs 43 °C) debajo del árbol en relación a la intemperie (Avilés *et al.*, 2011).

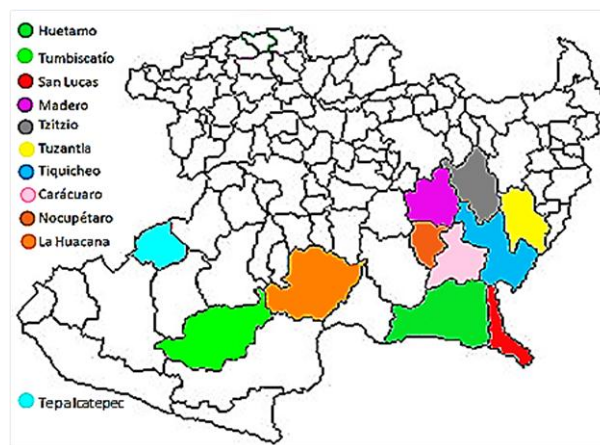
El uso de los árboles como medicina, cobran una gran importancia dentro de las comunidades que son de difícil acceso, donde la mayoría de las veces no se cuenta con los servicios médicos necesarios y la limitada disponibilidad de medicamentos (González *et al.*, 2006^a).

Por otro lado se ha señalado efectos positivos de los árboles sobre el ambiente y su estabilidad sobre el clima, en el ciclo del agua, retención de humedad en los suelos y como fijadores de nitrógeno (Jiménez, 2002).

1.6.- Especies arbóreas forrajeras referidas por los ganaderos en la Región de Tierra Caliente Michoacán

Productores de grupos ganaderos de los municipios de San Lucas, Huétamo de Núñez, Tuzantla, Tiquicheo de Nicolás de Romero, Carácuaro y Nocupétaro (González *et al.*, 2006^a; González *et al.*, 2006^b; González *et al.*, 2007), La Huacana (Quintana *et al.*, 2011), Tumbiscatio y Tepalcatepec (Gutiérrez *et al.*, 2011), Madero y Tzitzio (Gutiérrez *et al.*, 2013), han referido un total de 172 EAFM, útiles para la alimentación del ganado en el periodo de estiaje, las cuales también presentan una importancia económica y social, demostrando así la gran diversidad vegetativa presente en la RTC (Figura 1).

Figura 1. Municipios del estado de Michoacán con inventarios de Especies Arbóreas Forrajeras Multipropósito.



Fuente: (Gutiérrez *et al.*, 2013)

Las EAFM que constituyen el inventario antes citado pertenecen a familias como: *Leguminosae*, *Euphorbiaceae*, *Burseraceae*, *Cactaceae*, *Malphiaceae* y *Anacardiaceae* entre otras, las cuales predominan dentro de estas comunidades. Esto significa que la distribución espacial de la selva baja caducifolia (SBC) está representado por una matriz heterogénea, sobre todo si se considera que el relieve en el que se asientan es muy irregular. Este factor favorece que se establezcan, por ejemplo en las cañadas, especies de tipo semipermanente. (Trejo y Hernández, 1996).

La heterogeneidad antes mencionada demuestra la gran diversidad de especies arbóreas y/o arbustivas presentes en la SBC, lo cual representa un potencial importante como fuente de alimento y suplementación proteica para la ganadería, en forma de hojarasca en el periodo de estiaje y como ramoneo en la temporada de lluvias (Ávila *et al.*, 2007).

Avilés *et al.*, (2007) señala que la diversidad vegetal presente en el sur de México y que se comparte con muchas otras regiones tropicales, poseen en su follaje buenas cualidades nutritivas, es posible lograr niveles de producción de leche en un rango de 8.4 a 8.9 L/vaca/día mediante el empleo de la asociación de *G. ulmifolia* y *Leucaena leucocephala*. La mayoría de dichas especies constituyen fuentes potenciales de proteína y energía, y se caracterizan por mantener, aun en condiciones de escasez de agua, un elevado potencial de digestión ruminal, potenciando su utilidad en los periodos críticos.

González *et al.*, (2006^a; 2006^b; 2007), refieren la existencia de 17 árboles de utilidad forrajera en el Municipio de San Lucas, de las cuales 15 especies determinaron su clasificación taxonómica completa y dos hasta familia, identificándolas con 6 familias diferentes; mismos que fueron evaluados en composición química; donde la mayoría de las especies estudiadas, han mostrado contenidos de PC (proteína cruda) superiores a los pastos tropicales y, en varios casos, también superior a los concentrados comerciales que son utilizados en la ganadería (Tabla 1).

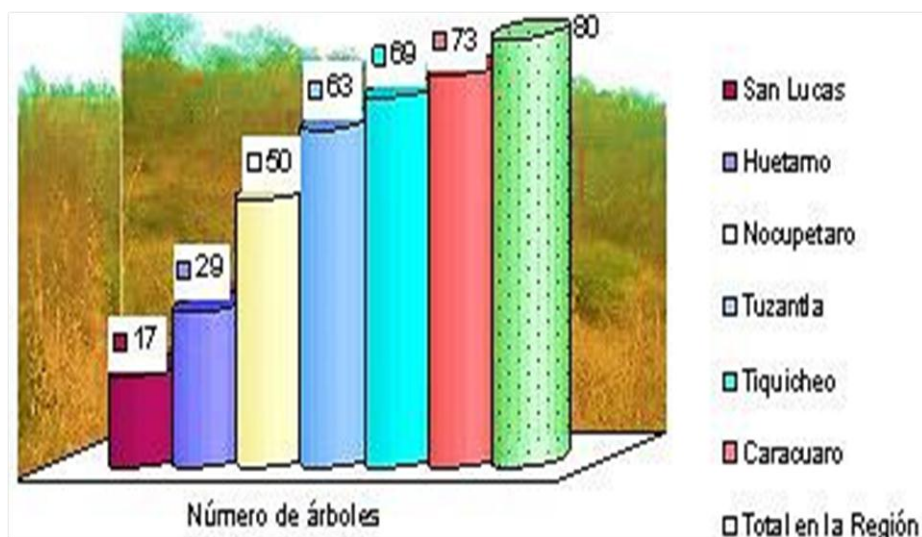
Tabla 1. Composición química (% en base seca) de especies arbóreas con potencial forrajero del municipio de San Lucas, Michoacán, México.

Nombre científico	Familia	Nombre común	PC	Ce	MO	Ca	P	FDA	FDN	FT	TC
<i>Acacia macilenta</i>	Leguminosae	Cuindira	19	13.1	86.9	0.9	0.3	48.6	42.8	1.58	1.91
<i>Andira sp</i>	Leguminosae	Caúrica	13.3	14.2	85.8	1.2	0.2	24.4	32.5	0.66	1.38
<i>Caesalpinia coriaria</i>	Leguminosae	Cascalote	14.2	4.4	95.6	1.6	0.2	12.1	26.7	2.56	5.25
<i>Cordia elaeagnoides</i>	Boraginaceae	Cueramo	17.3	8.9	91.2	0.9	0.3	9.7	16.4	0	0.46
<i>Cordia sp.</i>	Boraginaceae	Chirimo	18.9	16.8	83.2	0.7	0.1	38.3	44.8	0	0.48
<i>Crescentia alata</i>	Boraginaceae	Cirián	10.7	7.2	92.8	1	0.1	16	25.5	0	0.46
<i>Diphysa minutifolia</i>	Leguminosae	Churi	7	6	94	0.8	0.2	27.5	40.7	1.61	1.89
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Leguminosae	Parota	15.3	8.8	91.2	2.8	0.3	21	32.4	20.1	2.9
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Cahulote	13.3	8.3	91.7	1.2	0.1	21.8	32.3	6.58	1.53
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Leguminosae	Brasil	11.6	6	94	0.7	0.1	22.5	31.5	7.98	6.04
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leguminosae	Guaje	11.1	11.5	88.5	0.6	0.5	31.7	47.7	11.31	6.58
<i>Lysiloma divaricata</i>	Leguminosae	Cuitás	11.1	4.9	95.1	0.6	0.4	18	24.7	6.41	6.47
<i>Mastichodendron capiri</i>	Sapotaceae	Capire	18.3	8.8	91.2	1.6	0.2	17.1	32	0	0.61
<i>Pithecellobium acatlense</i>	Leguminosae	Asinchete	12.6	6.4	93.7	0.5	0.1	21.8	30	2.4	1.41
<i>Pithecellobium dulce</i>	Leguminosae	Pinzán	19.5	7.8	92.3	1.4	0.3	15	31.8	1.26	1.47
<i>Randia echinocarpa</i>	Rubiaceae	Chacua	8.7	7.2	92.8	1.8	0.2	24.7	34.5	0.13	1.06
<i>Ziziphus amole</i>	Ramnaceae	Corongoro	18.3	6.5	93.5	1.7	0.3	29.8	42.3	4.38	1.17

PC= proteína cruda; **Ce=** cenizas; **MO=** materia orgánica; **Ca=** calcio; **P=** fosforo; **FDN=** fibra detergente neutra; **FDA=** fibra detergente ácida; **FT=** fenoles totales; **TC=** taninos condensados.
Fuente: (González *et al.*, 2007)

La Grafica 1, muestra el número de árboles referidos por municipios de la RTC o Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 093 (según clasificación de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) del estado de Michoacán, México. En San Lucas, Michoacán, se refieren 17 EAF, que contrasta con las 73 especies referidas en el municipio de Caracuaro en el mismo DDR (González *et al.*, 2006^a).

Grafica 1. Número de árboles referidos por municipios en la Región de Tierra Caliente Michoacán, México.



Fuente: (González *et al.*, 2006^a).

1.7.- Clasificación taxonómica

Según el Código Internacional de Nomenclatura Botánica en vigencia, las principales categorías sistemáticas, en sucesión ascendente, son las siguientes: Especie, Género, Familia, Orden, Clase, División y Reino. 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 (Heywood, 1979).

1.8.- Composición química de las especies arbóreas forrajeras

Las especies arbóreas presentes en la zona de SBC, representan un potencial importante de alimento y suplementación proteica para la ganadería, la mayoría de los casos proveen los requerimientos necesarios que es requerido por los bovinos, muy superior al contenido proteico de los zacates, sobre todo en la temporada de estiaje en que estos han completado su ciclo; a diferencia de los zacates, las especies leñosas presentan menor variación en su composición química entre la temporada de lluvia y de estiaje (Ávila *et al.*, 2007). 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.*, (2007), estudiaron la composición química de 67 especies arbóreas; el 97% presentaron valores de proteína cruda superiores a 8%, una de las características necesarias para que un árbol sea considerado forrajero.

La diferencia entre los valores de PC en las especies arbóreas forrajeras, 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 carencia de minerales en los suelos, produce pastos pobres en nutrientes, estos forrajes no cubre los requerimientos de los animales, sobre todo en la temporada de secas (Salamanca, 2010). En la RTC, la complementación de minerales es a través de sal común o de bloques multinutricionales (Gutiérrez *et al.*, 2011).

El contenido de fósforo en las EAFM, es de suma importancia, debido a que es el mineral de mayor costo en el mercado, además de ser un mineral no renovable (Bauer *et al.*, 2009). Sánchez *et al.*, (1987) señalan que las leguminosas tropicales tienen valores promedios de calcio entre 10.1 a 14.2 g/kg de materia seca y valores de 3.7 y 3.8 g/kg de materia seca para gramíneas.

En general, las especies leñosas y herbáceas presentan niveles aceptables de minerales, proteína cruda, materia orgánica y fibra, bajo contenido de fenoles totales y valores medios de digestibilidad, lo cual demuestra el potencial nutricional de muchas de ellas y que su inclusión en las dietas de baja calidad podría mejorar la eficiencia de utilización; por ello se justifica la promoción del empleo de estas especies en sistemas multipropósito (Pinto *et al.*, 2002).

1.9.- Metabolitos secundarios de los árboles forrajeros

Un aspecto importante a considerar en el uso de los árboles para la alimentación animal, es la presencia de los compuestos anti nutricionales, estos compuestos al ser consumidos por los animales, se relacionan con problemas de toxicidad, reducción de la palatabilidad, digestibilidad y efectos adversos sobre la respuesta animal (Quintana, 2010; Launchbaugh, *et al.*, 2001; Díaz, 2003).

Los árboles que presentan niveles de taninos mayores a 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 provoca una sensación de astringencia. 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 pueden 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).

Las EAFM que poseen niveles de taninos entre 2 y 4%, tienen un efecto positivo en la utilización de la proteína en los rumiantes, dado que, aumentan su pasaje hacia el intestino delgado, donde son absorbidas (Quintana, 2010), además se ha demostrado que el uso de árboles y arbustos con porcentajes menores al 5% de TC, tienden a reducir la producción de metano a nivel ruminal. Al respecto, Gutiérrez *et al.*, (2016), refieren que las especies *Cordia elaeagnoides* y *Haematoxylon brasiletto*, reducen bajo condiciones *in vitro* la producción de metano, entre un 39.7% a 40.8%; lo que abona la importancia de las EAFM nativas de la selva baja caducifolia en la alimentación de rumiantes, en la reducción de gases de efecto invernadero. En otros estudios, Otero e Hidalgo (2004), señalan que los árboles forrajeros que contienen (<5% de taninos condensados) actúan también como desparasitantes naturales en los animales.

En general, resulta importante determinar la concentración de taninos y fenoles, donde se ha observado la biodiversidad de árboles forrajeros (González y Gutiérrez, 2005), esto con la finalidad de tener un panorama, sobre los compuestos anti nutricionales, como una estrategia para orientar a los productores en la toma de decisiones cuando realicen prácticas de aclareo en los potreros.

El 55% de la producción mundial bovina está localizada en los trópicos, la ganadería en el trópico Michoacano representa una de las actividades de mayor importancia económica, ocupa 43% del territorio estatal, es la actividad productiva más

diseminada en el medio rural (SAGARPA, 2016). Sin embargo uno de los principales problemas de esta ganadería durante la época de estiaje es la escasez de alimento; que contrasta con la amplia biodiversidad en la SBC. Por tal motivo resulta fundamental valorar a las EAFM que han sido útiles en la alimentación del ganado, también la socialización de los resultados permitirá que los ganaderos valoren los recursos presentes en sus localidades.

2.- OBJETIVO GENERAL

El propósito del presente trabajo consistió en identificar y determinar la clasificación taxonómica, composición química y usos alternativos de nuevas especies arbóreas forrajeras en el Municipio de San Lucas, que son consumidas por el ganado.

2.1.- Objetivos específicos

- 1) Actualizar el inventario de EAF en el municipio de San Lucas mediante la identificación y clasificación taxonómica.
- 2) Determinar la composición química: PC, Ce (cenizas), MO (materia orgánica), Ca (calcio), P (fosforo), FDN (fibra detergente neutra) y FDA (fibra detergente acida) de nuevas especies arbóreas.
- 3) Determinar los metabolitos secundarios (concentración de fenoles totales y taninos condensados) de las nuevas especies arbóreas.
- 4) Precisar los usos alternos y/o tradicionales de las nuevas especies arbóreas.

3.- MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.- Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de San Lucas, Michoacán, México, localizado al sureste del estado, en las coordenadas 18°35' de latitud norte y 100°47' de longitud oeste, a una altura de 300 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tiquicheo, al este y sur con el estado de Guerrero, y al oeste con Huetamo. Tiene una superficie de 474.41 km² y representa el 0.80% del total del estado. Su clima es tropical y seco estepario. Tiene una precipitación pluvial anual de 906.5 milímetros y temperaturas que oscilan entre 20.2 y 35.3°C (INEGI, 2009).

3.2.- Identificación de las especies arbóreas

Se aplicaron quince encuestas a un grupo de productores, que forman parte de la Asociación Ganadera Local de San Lucas, Michoacán. Se aplicó un cuestionario con un listado de EAF referidas hasta el momento del estudio en diferentes municipios enclavados en la SBC. Esta herramienta se aplicó de manera individual a productores que tiene la peculiaridad de mantener a su ganado en pastoreo extensivo.

De manera específica se obtuvo información de los árboles referente a: parte comestible para humanos, uso como leña, postes para cercas, medicinal para humanos y animales, fabricación de herramientas y parte comestible para los animales (hoja verde o seca, flor y fruto) así como los meses en que se encuentran cada uno de estas partes del árbol.

3.3.- Ubicación de las áreas de muestreo

Se eligieron cuatro comunidades: Angao (Angao de los Herrera), se localiza en las coordenadas 18°40'30.27" de latitud norte y 100°46'58.42" de longitud oeste, a una altura de 400 metros sobre el nivel del mar. Las Paredes, se localiza en las coordenadas 18°38'15.98" de latitud norte y 100°48'59.37" de longitud oeste, a una altura de 380 metros sobre el nivel del mar. San Pedrito, se localiza en las

coordenadas 18°28'59.33" de latitud norte y 100°49'29.85" de longitud oeste, a una altura de 220 metros sobre el nivel del mar y San Pedro el Grande (San Pedro), se localiza en las coordenadas 18°31'37.89" de latitud norte y 100°47'43.69" de longitud oeste, a una altura de 260 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2009).

3.4.- Obtención de muestras

3.4.1.- Muestras para la clasificación taxonómica

Para la identificación botánica (taxonómica), se recolectaron hojas, flores y frutos, estos se conservaron en prensas botánicas para su posterior clasificación (Pinto *et al.*, 2002; Sosa *et al.*, 2004) por parte del M.C. Xavier Madrigal Sánchez.

3.4.2.- Determinación de la composición químico-nutricional

Para determinar la composición química se tomaron muestras de follaje verde de tres árboles de cada especie, procurando que estas guardara similitud en cuanto al tamaño, frondosidad y etapa fenológica. Los muestreos se realizaron en localidades cercanas entre si durante el periodo de lluvias (agosto a noviembre), la ubicación de los árboles fueron georreferenciadas con un GPS (GARMIN Etrex 12 CHANNEL). Las muestras se almacenaron en bolsas de papel durante el muestreo en campo y posteriormente se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C, durante un periodo de 24 horas. Una vez secas, se molieron en un molino de jarras con balines (Fritsch Pulverisette 5 de jarras) a 300 rpm, durante 2 minutos.

A las muestras se les determinó calcio (Ca), cenizas (Ce) y materia orgánica (MO), mediante el método descrito por la AOAC (2005). 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 and Riley (1962). El contenido de proteína cruda (PC) se determinó por el Método de Dumas (Equipo LECO Modelo FP-528). Los fenoles totales (FT) y taninos condensados (TC) se determinaron en la Universidad Autónoma de Yucatán, de acuerdo a la técnica de Price and Butler (1997).

3.5.- Análisis estadísticos

Los valores de PC, Ce, MO, Ca, P, FDN y FDA, se analizaron a través de la distribución de frecuencias, según fórmula sugerida por Stuges (citado por Daniel, 1977), para la determinación de clases: $1 + 3.3 \cdot \log(n)$, donde (n) representa la cantidad de árboles a los que se les determinó la composición química, en tanto que 1 y 3.3 son valores constantes.

Para los valores de fenoles totales y taninos condensados, se utilizó estadística descriptiva (porcentajes y frecuencias) además del coeficiente de correlación lineal simple entre taninos y fenoles por medio del paquete estadístico SAS (1996).

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Identificación y clasificación taxonómica

Con la investigación participativa de los ganaderos se registró un inventario de 31 nuevas especies. González *et al.*, (2006^a), mencionan que, los productores ganaderos del municipio de San Lucas, refieren la existencia de 17 árboles de uso forrajero para el ganado. La diferencia de resultados en ambos trabajos, posiblemente se debe al tipo de herramientas que se utilizaron durante la participación de los ganaderos. En la presente investigación se utilizó una encuesta con un listado con más de 170 EAF que han sido referidas en otros municipios del estado (González *et al.*, 2006^a; Ávila *et al.*, 2007; Quintana *et al.*, 2011); esta lista quizá permitió al productor referir un mayor número de especies, que se localizan en sus agostaderos o en el municipio.

Al respecto, Ávila *et al.*, (2007) identifican en el municipio de la Huacana, Michoacán, México, 40 especies leñosas, mediante un estudio de preferencia animal con observación directa, durante la temporada de estiaje. Del mismo modo, Carranza *et al.*, (2003) enlistan, en la Sierra de Manantlán, 19 especies arbóreas forrajeras.

De las 31 nuevas EAF referidas por los productores ganaderos, 21 especies fueron clasificadas taxonómicamente de manera completa (familia, género y especie). Estas especies pertenecen a 10 familias diferentes (Tabla 2 y Grafica 3); nueve especies no clasificadas (N/C) y una especie fue clasificada de forma parcial (familia).

González *et al.*, (2006^a) mencionan que la EAF caúrica o cagüirica pertenece al género *Andira*. En la presente investigación se identificó como *Andira inermis*

Tabla 2. Nombre común y científico de los nuevos árboles referidos como forrajeros en el municipio de San Lucas, Michoacán, México.

Familia	Nombre científico	Nombre común
<i>Anonaceae</i>	<i>Anona muricata</i>	Anono
<i>Hyppocrateaceae</i>	<i>Hippocratea excelsa</i>	Barajilla
<i>Sapindaceae</i>	<i>Thovinidium decandrum</i>	Charapo
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Cyrtocarpa procera</i>	Chucumpú
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera heteresthes</i>	Copal negro
<i>Leguminosae</i>	<i>Lonchocarpus hintonii</i>	Cuerillo
<i>Leguminosae</i>	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino
<i>Sapindaceae</i>	<i>Neopringlea sp.</i>	Granjeno
<i>Tiliaceae</i>	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Guácima blanca
<i>Tiliaceae</i>	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima colorada
<i>Anonaceae</i>	<i>Annona diversifolia</i>	Hilamo
<i>Leguminosae</i>	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache
<i>Gramineae</i>	<i>Otatea acuminata</i>	Otate
<i>Leguminosae</i>	<i>Lonchocarpus emarginata</i>	Palo de aro
<i>Bombacaceae</i>	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochota
<i>Leguminosae</i>	<i>Andira inerves</i>	Quringucua
<i>Leguminosae</i>	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	Sangre de toro
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Rhamnaceae colubrina</i>	Suelda con suelda
<i>Leguminosae</i>	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Surundanicuo
<i>Leguminosae</i>	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo
<i>Sapindaceae</i>	<i>Thovinia acuminata</i>	Trébol
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera grandifolia</i>	Wende verde
N/C	N/C	Aparicua
N/C	N/C	Cahuinga
N/C	N/C	Candelillo
N/C	N/C	Chacapo
N/C	N/C	Chaya
N/C	N/C	Guayabillo
N/C	N/C	Margarita o cerezo
N/C	N/C	Tabachincillo
N/C	N/C	Zorrillillo

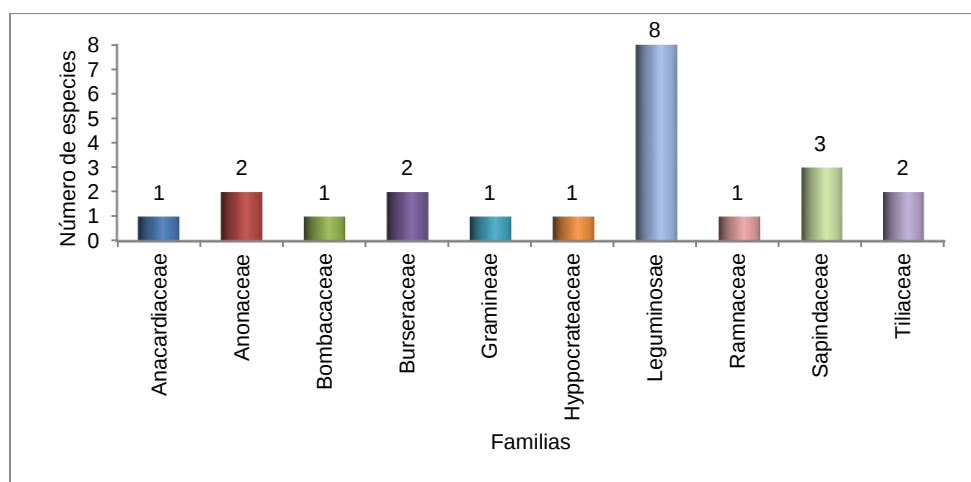
N/C= Especies sin clasificación taxonómica.

En el presente estudio, la familia *Leguminosae* aporta el mayor número de especies; resultados similares son mencionados por Ponce *et al.*, (2004), en el estudio de la Depresión del Balsas; por González *et al.*, (2006) en un trabajo de la Región de

Tierra Caliente, Michoacán (DDR 093); por Ávila *et al.*, (2007) en la investigación de la Huacana, Michoacán; y por López (2015) en el inventario actualizado de las EAF en el DDR 093.

La familia *Sapindaceae* aporta tres especies y las familias *Anonaceae*, *Burseraceae* y *Tiliaceae* dos especies cada una. Finalmente las familias *Anacardiaceae*, *Bombacaceae*, *Gramineae*, *Hyppocrateaceae*, y la *Ramnaceae*, aportan una especie cada una (Gráfica 2). Lo que confirma la variabilidad de la distribución de las EAF (Pinto *et al.*, 2010). Del mismo modo Jiménez *et al.*, (2008) refieren que la distribución y diversidad de las especies en las diferentes comunidades vegetales del país, es sumamente amplia e impredecible.

Grafica 2. Clasificación de las nuevas especies arbóreas referidas en el municipio de San Lucas, Michoacán, México.



4.2.- Composición química

La Tabla 3 presenta la composición química de las nuevas especies arbóreas referidas en el municipio de San Lucas. El porcentaje promedio (17.66) de PC, de estas especies es superior al requerido (10 %) por las vacas reproductoras (NRC, 2001). Minson (1971) también menciona que cuando los forrajes contienen valores superiores a 8% de PC no afectan de manera negativa el consumo voluntario. Por su parte, Pinto *et al.* (2002) y Carranza *et al.*, (2003), refieren que el valor nutricional de los pastos utilizados en el periodo de estiaje es bajo y disminuye la producción del ganado.

Tabla 3. Composición química (% en base seca) del follaje verde de nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.

Nombre común	Especie	PC	Ce	MO	Ca	P	FDN	FDA
Anono	<i>Anona muricata</i>	16.77	9.77	90.23	0.63	0.16	66.66	35.19
Aparicua	N/C	20.87	16.32	83.68	1.78	0.18	49.61	29.77
Barajilla	<i>Hippocratea excelsa</i>	13.42	16.46	83.54	1.40	0.26	65.40	37.01
Cacámicua	<i>Muntingia calabura</i>	15.07	11.44	88.56	0.65	0.24	70.39	45.93
Cahuinga	N/C	29.01	9.97	90.03	0.52	0.29	39.84	25.60
Candelillo	N/C	14.17	7.27	92.73	1.79	0.14	47.20	46.40
Cazahuate	<i>Ipomoea murucoides</i>	17.86	9.53	90.47	0.73	0.24	51.30	34.91
Chacapo	N/C	17.90	10.44	89.56	0.87	0.14	39.46	27.42
Charapo	<i>Thovinidium decandrum</i>	16.35	12.07	87.93	1.23	0.32	63.09	45.80
Chaya	N/C	29.79	14.15	85.85	1.23	0.29	44.13	38.39
Copal negro	<i>Bursera heteresthes</i>	9.12	11.94	88.06	1.00	0.18	66.12	54.01
Cuerillo	<i>Lonchocarpus hintonii</i>	15.50	10.36	89.64	1.18	0.16	53.12	45.60
Espino	<i>Acacia cochliacantha</i>	15.59	5.65	94.35	0.58	0.18	64.41	54.71
Granjeno	<i>Neopringlea sp.</i>	21.97	16.44	83.57	2.30	0.18	59.15	21.57
Guácima blanca	<i>Heliocarpus pallidus</i>	13.62	7.93	92.07	1.07	0.18	62.73	40.40
Guácima colorada	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	11.18	12.23	87.77	1.63	0.27	60.45	37.37
Hilamo	<i>Annona diversifolia</i>	16.17	10.80	89.20	1.30	0.18	62.72	26.57
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	24.84	8.24	91.76	0.96	0.18	56.39	34.69
Margarita o cerezo	N/C	15.64	13.20	86.80	0.88	0.12	63.10	40.26
Nanche amarillo	<i>Byrsonima crassifolia</i>	11.49	7.08	92.92	0.82	0.11	50.66	57.46
Otate	<i>Otatea acuminata</i>	13.09	16.47	83.53	0.31	0.10	69.70	41.50
Palo de aro	<i>Lonchocarpus emarginata</i>	15.86	12.74	87.26	1.03	0.16	53.37	42.95
Pochota	<i>Ceiba aesculifolia</i>	19.06	11.46	88.54	1.28	0.22	65.57	33.81
Quringucua	<i>Andira inerves</i>	26.64	4.89	95.11	0.44	0.27	65.84	47.80
Sangre de toro	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	23.39	9.96	90.04	1.11	0.52	58.86	35.54
Suelda con suelda	<i>Rhamnaceae colubrina</i>	22.98	16.49	83.51	1.93	0.20	38.84	23.98
Surundanicuo	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	20.67	7.95	92.05	0.78	0.30	54.76	48.16
Tabachincillo	N/C	20.16	14.12	85.88	0.87	0.13	51.23	36.50
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	13.20	8.75	91.26	1.32	0.14	47.53	32.47
Wende verde	<i>Bursera grandifolia</i>	10.77	10.42	89.58	1.08	0.19	58.23	51.24
Zorrillillo	N/C	15.21	18.37	81.63	0.74	0.10	45.70	27.81
Promedio		17.66	11.38	88.62	1.08	0.20	56.31	38.74
Desviación estándar		±5.28	±3.48	±3.48	±0.46	±0.09	±9.21	±9.47

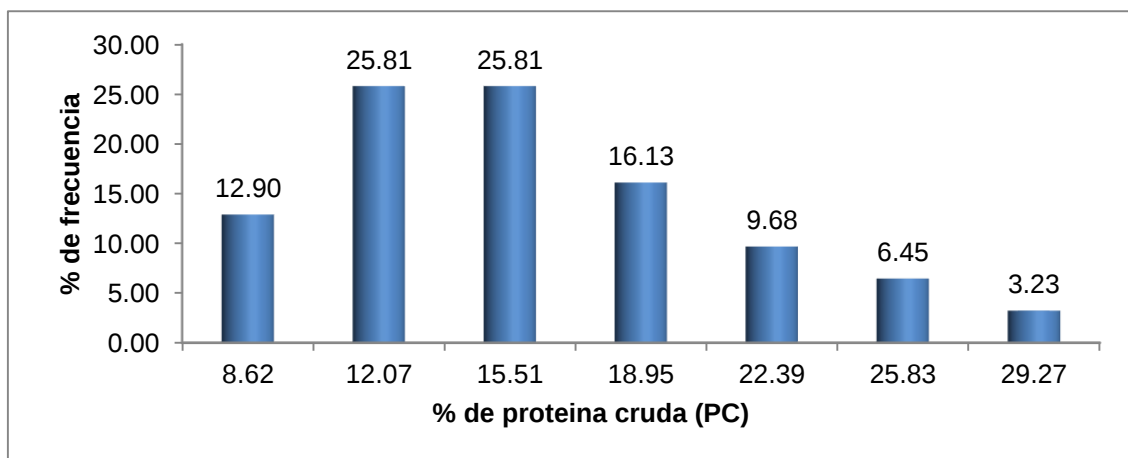
PC= proteína cruda; **Ce**= cenizas; **MO**= materia orgánica; **Ca**= calcio; **P**= fosforo; **FDN**= fibra detergente neutra; **FDA**= fibra detergente acida. **N/C**= Especies sin clasificación taxonómica.

Se ha demostrado que la complementación con árboles forrajeros, de la familia de las leguminosas, por su contenido de proteína, mejora la utilización de la dieta básica

y la respuesta productiva en rumiantes (Vergara *et al.*, 2006). Sin embargo, pese a su aportación nutricional, grandes extensiones de biodiversidad nativa compuestas por árboles y arbustos se pierde a gran velocidad, en ocasiones para introducir pastos de baja calidad, así como para destinar grandes extensiones de terreno para la agricultura, principalmente para la producción de frutas y hortalizas para el sustento de las familias (Solorio *et al.*, 2009).

El rango del contenido de proteína en las EAF estudiadas es amplio. Este fue de 9.12% a 29.79%; dichos valores corresponden para *Bursera heteresthes* y para la chaya (especie N/C) respectivamente. El 51.62% de las especies estudiadas presentaron valores de 12.07% a 15.51% de PC (Grafica 3).

Grafica 3. Promedios de proteína cruda (PC) de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.

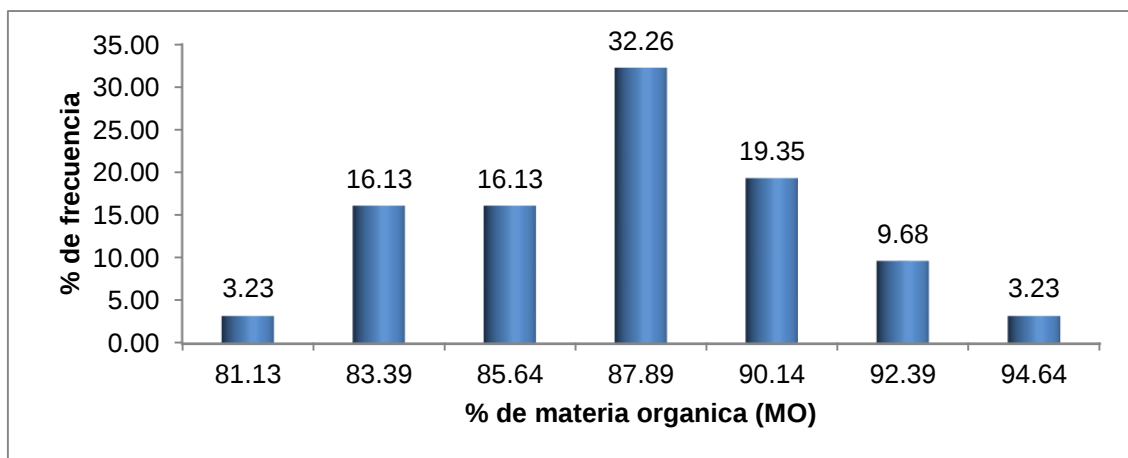


La concentración de PC en todas las especies evaluadas fue superior al 8%, mientras que los pastos típicos de la región presentan inferiores al 8% de PC, los cuales no llenan los requerimientos necesarios de los animales. Ante esta situación, el follaje de especies arbóreas puede ser una buena alternativa importante de proteína para el ganado durante el estiaje (Ávila *et al.*, 2007)

Lo anterior demuestra la importancia que tienen las EAF dentro de la ganadería. Al respecto, se ha señalado de 8% a 12% de PC, como característica indispensable para que un árbol sea considerado forrajero (Norton, 1994; Flores *et al.*, 1998; Sosa *et al.*, 2004).

Respecto al contenido de MO en las EAF, el 67% de las estudiadas presentaron valores entre el 85.64 y 90.14%. El valor más alto fue para *Andira inerves* con 95.11 y el más bajo fue para zorrillillo (especie N/C) con un valor de 81.63% de MO. (Tabla 3 y Grafica 4).

Grafica 4. Promedios de materia orgánica de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.

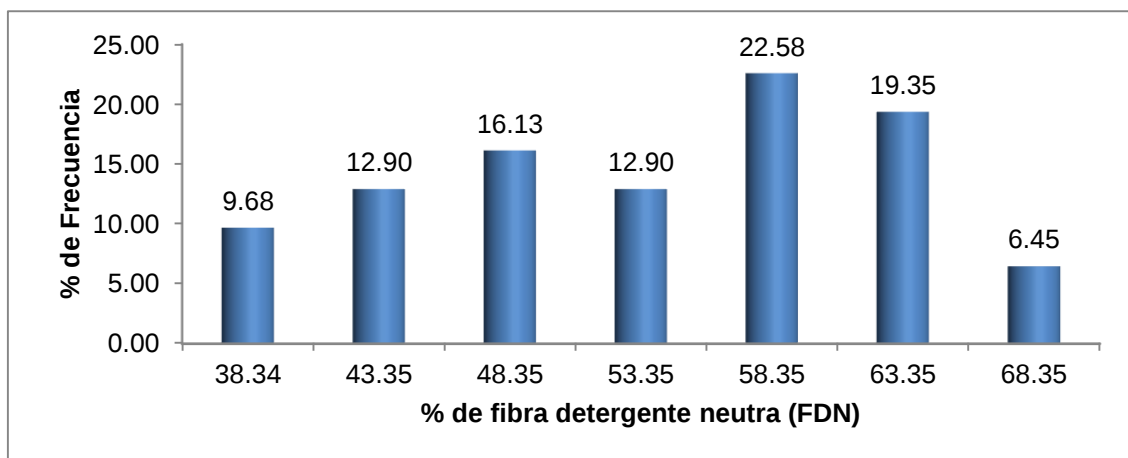


Castro *et al.*, (1991) refieren que las concentraciones de MO en plantas llega a variar entre el 80% a 99%; lo cual indica, que estos forrajes se fermentan rápidamente en el rumen por la acción de sus microorganismos. Este efecto provoca una mayor disposición de los aminoácidos, que a su vez se transforman en amoníaco y ácidos orgánicos útiles para el rumiante.

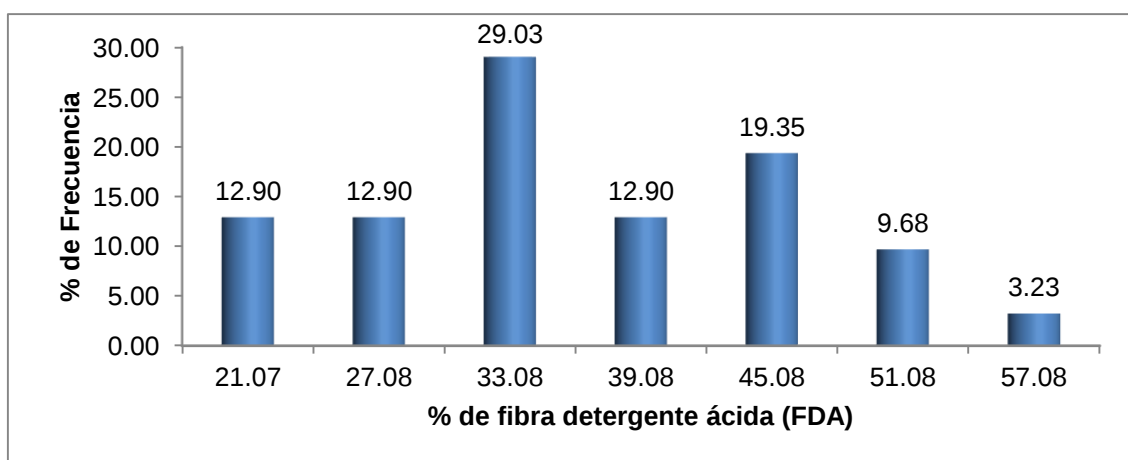
Los valores de FDN y FDA se presentan en las gráficas 5 y 6, respectivamente. Las concentraciones de FDN para la mayoría de las especies estudiadas (41.93%), se encontraron entre los rangos de 58.35% a 63.35%. Mientras que el 38.71% de las especies presentaron valores inferiores al 53.35%. En tanto que Las especies con bajos y altos valores de FDN, fueron para *Rhamnaceae colubrina* con 38.84% y *Muntingia calabura* con 70.39% respectivamente. (Tabla 3).

La FDA en el 61.28% de las especies se encontraron entre los rangos de 33.08% a 45.08%. *Bursera grandifolia* y *B. heteresthes*, *Acacia cochliacantha* y *Byrsonima crassifolia*, presentaron valores superiores al 50% de FDA (Tabla 3).

Grafica 5. Promedios de fibra detergente neutra (FDN) de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.



Grafica 6. Promedios de fibra detergente ácida (FDA) de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.



La variabilidad en los porcentajes de FDN y FDA entre las especies, dependen de las características morfológicas de la planta, sitio, edad del árbol, tipo de suelo y la edad del rebrote, por la posición de la fracción de la rama y por el componente de la rama (Sosa *et al.*, 2004).

Las variaciones de FDN y FDA en los forrajes que son destinados para la alimentación de los rumiantes, deben de tomarse en cuenta, dado que afectan el consumo y la digestibilidad de la dieta, a mayor FDA menor digestibilidad y a mayor FDN, menor consumo, lo cual repercute en la producción de los animales (Benavides, 1999; Sosa *et al.*, 2004).

Se considera que forrajes con valores de FDN entre 20% y 35%, presentan niveles altos de digestibilidad, según valores propuestos por Norton (citado por Sosa *et al.*, 2004). La digestibilidad no siempre depende de las concentraciones de FDN; si no al grado de lignificación de las paredes celulares: las hojas presentan menores concentraciones de FDN que las ramas y los tallos, las hojas jóvenes son más digestibles y ricas en proteínas que las hojas viejas (Benavides, 1999; Quintana, 2010).

Sin embargo, existe otro criterio de valoración sobre la calidad de forrajes, según valores asignados por la *American Forage and Grassland Council* 1978 (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de calidad de forrajes (%materia seca), según el contenido de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA).

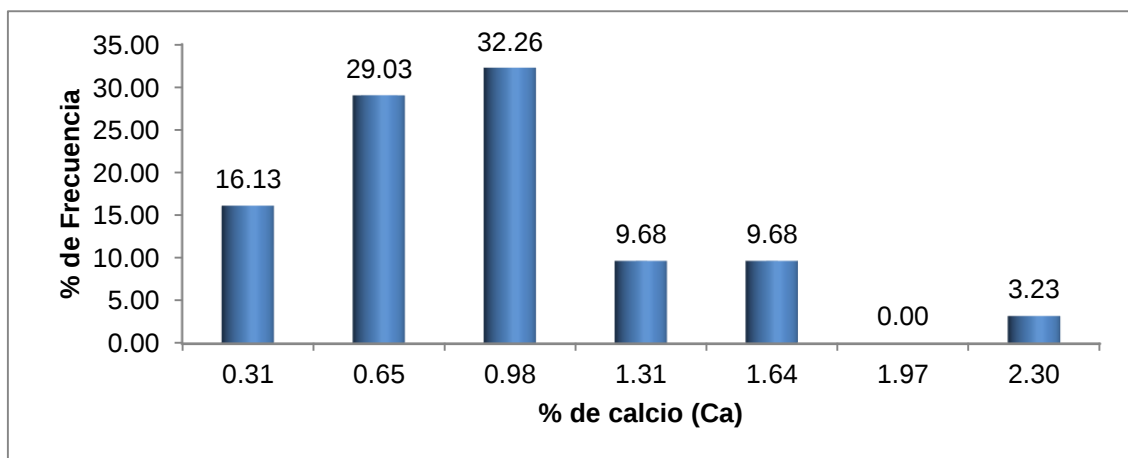
Clasificación	FDN %	-No. de especies	%	FDA %	-No. de especies	%
Excelente	<41	3	9.68	<31	7	22.58
Primera	40-46	2	6.45	31-35	6	19.35
Segunda	47-53	8	25.81	36-40	6	19.35
Tercera	54-60	6	19.35	41-42	2	6.45
Cuarta	61-65	5	16.13	43-45	0	0.00
Quinta	>65	7	22.58	>45	10	32.26

-Número de especies.

Calsamiglia (1997), refiere que los forrajes de tercera calidad (54%-60% de FDN) presentan buena digestibilidad y condiciones fermentativas adecuadas a nivel de rumen. En concordancia con lo señalado anteriormente (Tabla 4), se espera que el 61.29% de las especies evaluadas presente niveles aceptables de digestibilidad.

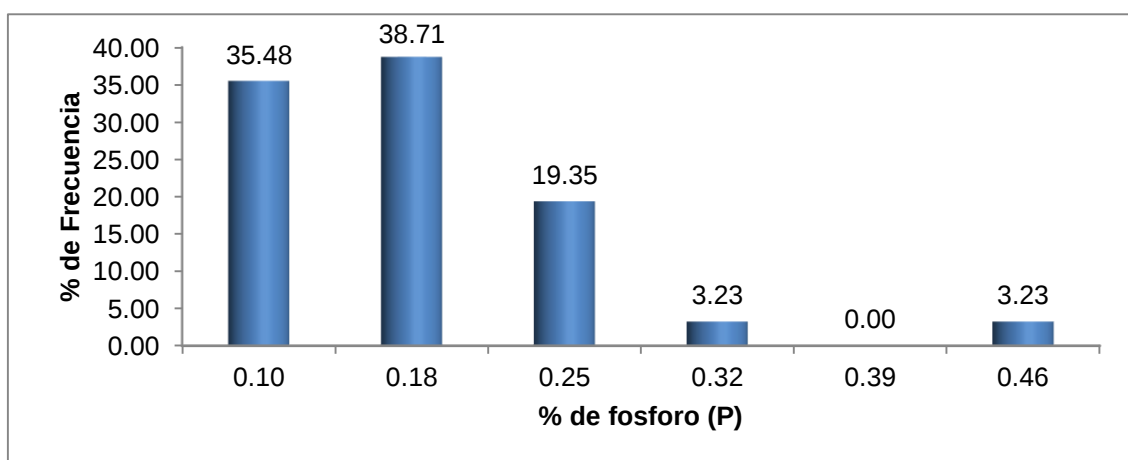
Las concentraciones de Ca en los diferentes arboles estudiadas presentaron una variabilidad entre las especies. Estos fueron de 0.31% a 2.30%; dichos valores corresponden *Otatea acuminata* y *Neopringlea sp* respectivamente (Tabla 3). Aunque la mayoría de las especies (61.29%), mostraron valores de 0.65% a 0.98% de este mineral (Grafica 7), es evidente que estos valores superan las concentraciones de los alimentos que son utilizados comúnmente en la alimentación del ganado, tal es el caso del rastrojo de maíz dentado amarillo (*Zea mays indentata*) que aporta con 0.57% de Ca (NRC, 2001).

Grafica 7. Promedios de calcio de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.



El 74.19% de las especies estudiadas presentaron valores de 0.10% a 0.18% de P (Gráfica 8). Las especies con el valor más bajo fueron para *Otatea acuminata* y zorrillillo (especie N/C) con 0.10%, y el valor más alto fue para *Pterocarpus acapulcensis* con 0.52% respectivamente. Lo anterior significa que más del 25% de las especies arbóreas poseen niveles superiores a los requeridos por las vacas reproductoras (NRC, 2001).

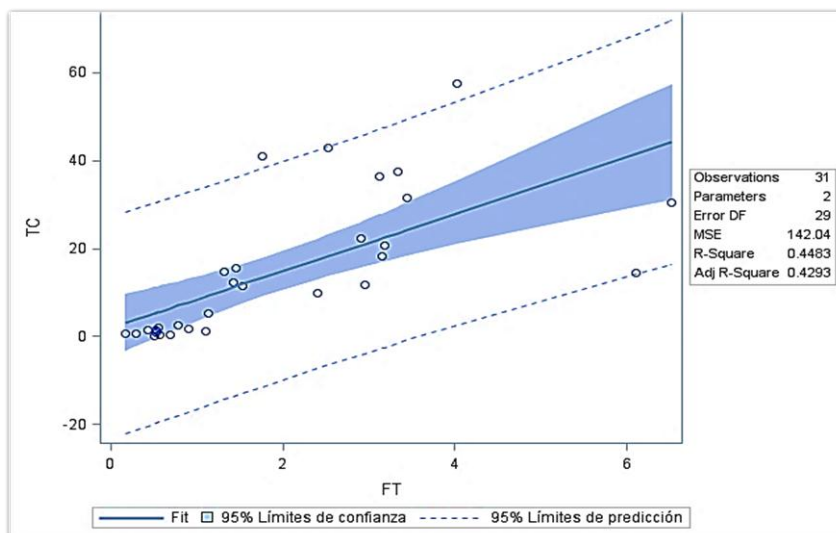
Grafica 8. Promedios de fosforo de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.



4.3.- Concentración de metabolitos secundarios (fenoles totales y taninos condensados)

La correlación entre los fenoles totales respecto a los taninos condensados, fue de $R=0.6695$ ($p<0.001$). Biológicamente, esta asociación entre los compuestos anti nutricionales, señala que el aumento o disminución de una unidad (%) de fenoles totales, incrementa o disminuye el 6.5% de taninos condensados en las plantas, con una confiabilidad del 95% (Grafica 9).

Grafica 9. Correlación lineal de fenoles totales en relación a los taninos condensados de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.



Las concentraciones de FT (fenoles totales) para las diferentes especies arbóreas; mostraron un rango de 0.17% para el zorrillillo (especie N/C) hasta 6.52% para *Caesalpinia pulcherrima*.

Por otra parte, los niveles de TC (taninos condensados), presentaron variabilidad significativa entre las especies estudiadas. El 35.48% de las especies presentaron valores inferiores al 2% (Tabla 5), las cuales se encuentran entre los porcentajes que producen efectos benéficos en la alimentación de los rumiantes (García, 2004^a).

Tabla 5. Especies forrajeras con porcentaje mínimo de TC en follaje (<2%) de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.

Nombre común	Familia	Nombre científico	Taninos (TC)	Fenoles (FT)
Aparicua	N/C	N/C	0.25	0.5
Cazahuate	Convolvulaceae	<i>Ipomoea murucoides</i>	0.27	0.56
Suelda con suelda	Ramnaceae	<i>Rhamnaceae colubrina</i>	0.44	0.69
Granjeno	Sapindaceae	<i>Neopringlea</i> sp.	0.55	0.29
Zorrillillo	N/C	N/C	0.68	0.17
Cahuinga	N/C	N/C	0.94	0.52
Barajilla	Hyppocrateaceae	<i>Hippocratea excelsa</i>	1.24	1.10
Otate	Gramineae	<i>Otatea acuminata</i>	1.32	0.53
Chaya	N/C	N/C	1.37	0.52
Chacapo	N/C	N/C	1.38	0.43
Anono	Anonaceae	<i>Anona muricata</i>	1.80	0.90
Promedio			0.93	0.56
Desviación estándar			±0.52	±0.26

N/C= Especies sin clasificación taxonómica

La presencia de estos compuestos en las EAF cobra importancia en la reducción de gases de efecto invernadero a nivel ruminal y actúan como desparasitantes orgánicas en los animales (Ramos *et al.*, 1988). Al respecto Otero e Hidalgo (2004), refieren que las leguminosas, disminuyen hasta el 80% de establecimiento larval en rumiantes (Tabla 6).

Tabla 6. Especies forrajeras con niveles de 2-4% de TC en follaje de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.

Nombre común	Familia	Nombre científico	Taninos (TC)	Fenoles (FT)
Tamarindo	Leguminosae	<i>Tamarindus indica</i>	2.10	0.55
Sangre de toro	Leguminosae	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	2.50	0.78
Promedio			2.30	0.67
Desviación estándar			±0.28	±0.16

N/C= Especies sin clasificación taxonómica

Se ha referido que niveles de 4% de taninos condensados en los forrajes contribuyen a la prevención del timpanismo en los animales, por el hecho de su unión con las proteínas solubles vegetales. Estos compuestos fenólicos influyen en el metabolismo ruminal, precipitando las proteínas derivadas de la ingesta, que se absorben en el intestino al disociarse los complejos tanino-proteína (Díaz, 2003).

El 58.06% de los árboles procesados contienen valores superiores al 5% de TC (Tabla 7); sobrepasando la concentración en la cual, se afecta la formación de ácidos grasos volátiles en pequeños y grandes rumiantes (García y Medina, 2006), lo que imposibilita su uso en la alimentación del ganado. Sin embargo, las hojas y frutos de algunas de estas especies son seleccionados por los animales en pastoreo de forma natural para su alimentación (Colín *et al.*, 2013).

Tabla 7. Especies forrajeras con porcentajes superiores al 5% de TC en follaje de 31 nuevas especies arbóreas forrajeras del municipio de San Lucas, Michoacán, México.

Nombre común	Familia	Nombre científico	Taninos (TC)	Fenoles (FT)
Huizache	<i>Leguminosae</i>	<i>Acacia farnesiana</i>	5.35	1.14
Guácima blanca	<i>Tiliaceae</i>	<i>Heliocarpus pallidus</i>	9.77	2.40
Charapo	<i>Sapindaceae</i>	<i>Thoviniidium decandrum</i>	11.60	1.53
Hilamo	<i>Anonaceae</i>	<i>Annona diversifolia</i>	11.78	2.95
Quiringucua	<i>Leguminosae</i>	<i>Andira inerves</i>	12.39	1.42
Cacámica	<i>Elaeocarpaceae</i>	<i>Muntingia calabura</i>	14.41	6.11
Tabachincillo	N/C	N/C	14.74	1.32
Candelillo	N/C	N/C	15.58	1.45
Margarita	N/C	N/C	18.23	3.15
Guácima colorada	<i>Tiliaceae</i>	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	20.60	3.18
Pochota	<i>Bombacaceae</i>	<i>Ceiba aesculifolia</i>	22.41	2.90
Surundanicuo	<i>Leguminosae</i>	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	30.52	6.52
Copal negro	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera heteresthes</i>	31.38	3.45
Wende verde	<i>Buseraceae</i>	<i>Bursera grandifolia</i>	36.35	3.12
Espino	<i>Leguminosae</i>	<i>Acacia cochliacantha</i>	37.39	3.33
Cuerillo	<i>Leguminosae</i>	<i>Lonchocarpus hintonii</i>	41.04	1.76
Palo de aro	<i>Leguminosae</i>	<i>Lonchocarpuss emarginata</i>	42.83	2.53
Nanche amarillo	<i>Malpighiaceae</i>	<i>Byrsonima crassifolia</i>	57.51	4.03
Promedio			24.10	2.91
Desviación estándar			±14.31	±1.51

N/C= Especies sin clasificación taxonómica

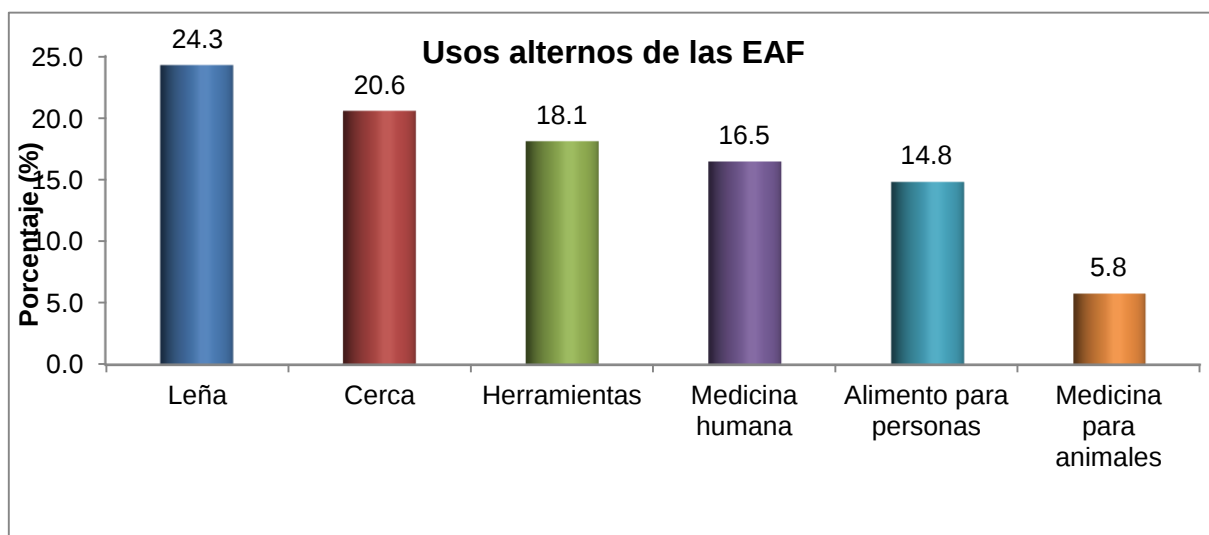
Las concentraciones de los metabolitos secundarios en las plantas se debe a la edad y estado fenológico, estas diferencias numéricas en la composición se encuentran estrechamente relacionadas con las particularidades genéticas de cada planta, aspecto que se refleja en la absorción diferenciada de nutrimentos y la conversión de las sustancias sintetizadas mediante la fotosíntesis (García y Medina, 2006).

4.4.- Usos alternos y/o tradicionales de los árboles forrajeros

A las EAF se les identificaron los siguientes usos alternativos tradicionales: el 24.3% es utilizado como leña, el 20.6% para la producción de postes para cerca, el 18.1% para la elaboración de herramientas de trabajo, 16.5% como fuente medicinal para humanos, el 14.8% para consumo humano y el 5.8% como fuente medicinal en animales (Gráfica 10).

La relación hombre-planta con el transcurso del tiempo, han dado como resultado un alto conocimiento del uso de las especies vegetales, citándose como ejemplo los usos alimenticios, construcciones, textiles y medicinales, con respecto a este último, sabemos que esto, data desde tiempos inmemoriales, debido a que los preparados vegetales eran uno de los principales recursos que disponía el hombre en épocas pasadas para controlar sus padecimientos (Jiménez, 2000; Balvanera, 2012).

Grafica 10. Porcentajes de mención de los diferentes usos y servicios ecosistémicos primarios que proveen los árboles forrajeros referidos por los ganaderos del municipio de San Lucas, Michoacán, México.



Se identificó que el mayor servicio que proveen estas especies fue para leña con el 24.3%, y en menor grado como fuente medicinal para animales con el 5.8%; valores similares han sido reportados por González *et al.*, (2006^a). Del mismo modo Pinto *et al.*, (2010); López (2015), mencionan que los arboles forrajeros pueden presentar diferentes usos alternativos, además de ser fuentes de forraje para los animales.

El principal uso alternativo de los árboles forrajeros referidos por los productores en este estudio fue el uso de leña, las especies más mencionadas son: chacapo (especie N/C), *Heliocarpus occidentalis* y *Thovinia acuminata*, con un 100% de menciones, los ganaderos refieren que estas especies proporcionan madera dura, lo cual permiten que al producir fuego con esta madera duren por un largo periodo.

May (2013) señala, que las especies arbóreas más utilizadas (88%) como leña pertenecen a la familia de las leguminosas; en tanto Quiroz y Orellana (2010) refieren que, en el 42.4% de las viviendas rurales usan la leña, como combustible alterno al gas.

Las EAF también son utilizadas como postes y cercos vivos para la delimitación de potreros. En el presente estudio los más mencionados por los productores son: *Acacia cochliacantha*, *Annona diversifolia*, cahuinga (especie N/C) y *Acacia farnesiana* con 100% de referencias (15/15 entrevistados), la especie *Otatea acuminata* con 75% de referencias (11/15 entrevistados) y finalmente las especies chacapo (especie N/C), *Pterocarpus acapulcensis*, *Thovinia acuminata*, tabachincillo y zorrillillo (especies N/C) con 50% de referencias (7/15 entrevistados). La utilización de material nativo, como postes y cercos vivos para la delimitación de los potreros a nivel de las fincas ganaderas, permite disminuir los costos, hasta un 13%, además de que estos arreglos ayudan a mantener la humedad del suelo, mejoran su estructura, incrementan la fertilidad del suelo aportando materia orgánica y nitrógeno, proveen sombra y alimento al ganado (Villanueva *et al.*, 2005).

En la Tabla 8, se observan los árboles maderables que más refirieren los productores, y que pueden ser transformadas en diversos muebles y herramientas de trabajo, como: cabos, mangos, justes de montar, muebles y productos artesanales, etc.

Tabla 8. Nuevas especies arbóreas forrajeras de valor maderable para la elaboración de muebles y herramientas de trabajo del municipio de San Lucas, Michoacán, México.

Nombre científico	Nombre común	Herramientas y muebles a elaborar
<i>Cyrtocarpa procera</i>	Chucumpú	Sillas y camas
<i>Bursera heteresthes</i>	Copal negro	Fustes de herramientas
<i>Heliocarpus pallidus</i>	Guácima blanca	La corteza se utiliza como rafia
<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima colorada	La corteza se utiliza como rafia
<i>Annona diversifolia</i>	Hilamo	Bateas
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Fustes de herramientas
<i>Otatea acuminata</i>	Otate	Sillas
<i>Lonchocarpus emarginata</i>	Palo de aro	Aros para queso
<i>Andira inerves</i>	Quringucua	Muebles
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Surundanicuo	Muebles
<i>Thovinia acuminata</i>	Trébol	Cabos de herramientas
N/C	Chacapo	Cabos de hachas y picos
N/C	Guayabillo	Fustes de herramientas
N/C	Tabachincillo	Fustes de herramientas
N/C	Zorrillillo	Aros para queso

N/C= Especies sin clasificación taxonómica

Pinto *et al.*, (2010) señalan, que la madera de los árboles puede ser transformada en diversos muebles y utensilios como cabos, mango, justes de montar, permite un ahorro en la compra de herramientas de trabajo, ya que los mismos productores pueden obtenerlos de los arboles con los que cuentan, creando una economía regional.

De los árboles referidos por los productores ganaderos, se identificó que 11 especies son utilizadas como fuente medicinal para humanos. Los padecimientos humanos tratados con dichos árboles son: picadura de alacrán, problemas renales, heridas, dolor de muelas, problemas de la próstata y de la vista etc., (Tabla 9).

Tabla 9. Nuevas especies arbóreas medicinales para humanos referidos por los productores del municipio de San Lucas Michoacán México.

Nombre científico	Nombre común	Parte del árbol que se utiliza	Padecimientos con los que se trata
<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino	Corteza del árbol	Para la picadura de alacrán
<i>Neopringlea sp.</i>	Granjeno	Retoños del árbol	Para problemas de riñón
<i>Rhamnaceae colubrina</i>	Suelda con suelda	Corteza del árbol y hojas	Para problemas de próstata y tratamiento de fracturas
<i>Thovinia acuminata</i>	Trébol	Retoños del árbol y hojas	Para la inflamación
<i>Bursera grandifolia</i>	Wende verde	Corteza del árbol	Para problemas de riñón
N/C	Aparicua	Fruto	Para el dolor de muelas
N/C	Cahuinga	Flor y hojas del árbol	Para tratar las heridas
N/C	Chacapo	Hojas del árbol	Para problemas de riñón
N/C	Chaya	Retoños del árbol y hojas	Para la picadura de alacrán
N/C	Margarita o cerezo	Corteza del árbol y hojas	Para el mal aliento
N/C	Zorrillillo	Hojas	Para problemas de la vista

N/C= Especies sin clasificación taxonómica

Los conocimientos de medicina tradicional dentro de las comunidades, se puede mantener en equilibrio entre la sociedad y la diversidad vegetativa, intercambiando beneficios a partir de los árboles, actuando como agentes multiplicadores, albergando la gran diversidad frente al medio ambiente hostil (Suarez y Méreles, 2006).

Dentro de la diversidad vegetativa presente en la región, los productores refieren 13 árboles que producen diversos frutos que los habitantes consumen, los más mencionados son: *Tamarindus indica* con 100% (15/15 entrevistados) de referencias; *Annona diversifolia*, *Annona muricata* y *Bursera heteresthes* con 75% (11/15 entrevistados) y finalmente las especies *Cyrtocarpa procera*, guayabillo (especie NC) y *Thovinia acuminata* con 50% (7/15 entrevistados) de referencia.

Los productores señalaron también, que diversos padecimientos de animales, como heridas, golpes, retención placentaria en vacas, espasmos, entre otros, son tratados con las diferentes estructuras de los árboles forrajeros (Tabla 10).

Tabla 10. Nuevas especies arbóreas forrajeras que se utilizan como fuente medicinal para padecimientos en animales del municipio de San Lucas, Michoacán, México.

Nombre científico	Nombre común	Parte del árbol que se utiliza	Padecimientos con los que se trata
<i>Cyrtocarpa procera</i>	Chucumpú	Hojas	Diarrea en vacas y espasmos
<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima colorada	Corteza del árbol	Para la retención placentaria en vacas
<i>Rhamnaceae colubrina</i>	Suelda con suelda	Hojas y corteza del árbol	Para las fracturas
N/C	Cahuinga	Hojas	Para el tratamiento de heridas
N/C	Candelillo	Flor	Diarrea en vacas
N/C	Chaya	Hojas	Para la picadura de alacrán en las vacas

N/C= Especies sin clasificación taxonómica

El empleo de plantas en la salud animal son prácticas populares y autóctonas de los productores ganaderos. Sin embargo es necesario profundizar el estudio de estas prácticas, debido a que mediante un enriquecimiento sistemático de la utilización de plantas se podrían encontrar soluciones alternativas a la salud animal, las cuales podrían hacer efectos positivos en la producción pecuaria, industrial y en el aspecto ambiental, esto último se justifica por los efectos que ciertos productos químicos (acaricidas e insecticidas) provocan al ambiente. (Rodríguez *et al.*, 2005).

5. - CONCLUSIONES

En el municipio de San Lucas, Michoacán se identificaron 31 nuevas especies arbóreas forrajeras multipropósito; por lo que, actualmente el inventario de los árboles forrajeros lo conforman 48 especies, al sumar las 17 previamente referidas en el 2006.

En rango del contenido de proteína en las nuevas especies arbóreas valoradas fue de 29.01% a 9.12%. Esta característica permite considerarlas como forrajeras. Además el 74.19% de las especies estudiadas contiene entre 0.10% a 0.18% de fosforo; cifra igual o superior al requerido en el alimento para el ganado.

El 41.94% de las especie arbóreas estudiadas contiene menos del 5% de taninos condensados. Cifras que pudieran permitir los efectos benéficos de estos metabolitos secundarios: antiparasitario, mejora el aprovechamiento de las proteínas del alimento y la reducción en la producción de metano.

Las especies arbóreas recién identificadas en el municipio de San Lucas, Michoacán proveen de bienes directos a la comunidad a través de los frutos (14.8%), para remediar algunas enfermedades (16.8%), suministro de energía a través de la leña (24.3%), material para la confección de herramientas (18.1%), así como la provisión de postes para cercos o cercos vivos (20.6%). Estos árboles también proveen servicios indirectos o de apoyo para el ganado al alimentarlo con follaje verde, hojarasca y frutos. También el follaje, frutos, corteza o raíz pueden remediar algunas enfermedades (5.8%), que permiten mejorar la producción animal.

6. - BIBLIOGRAFIA

1. AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical chemistry. 18th ed. Gaithersburg, M.D, U.S.A.
2. Ávila, R. N. A.; Ayala, B. A.; Gutiérrez, V. E.; Herrera, C. J.; Madrigal, S. X. y Ontiveros, A. S. 2007. Taxonomía y composición química de la necromasa foliar de las especies arbóreas y arbustivas consumidas durante el estiaje en la Selva baja caducifolia en el municipio de La Huacana, Michoacán México. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. 19 (6):1-11. <http://www.lrrd.org/lrrd19/6/avil19073.htm>. Fecha de consulta: 1 de febrero de 2015.
3. Avilés, G. A. L.; Guzmán, P. A. C.; Juárez, C. A. L.; Morales, R. K.; Pérez, C. A. P.; Rojas, S. L. A. y Gutiérrez. V. E. 2011. Efecto de la sombra sobre el confort térmico en ganado bovino de Tierra Caliente. III Congreso Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Morelia y Tepalcatepec; Michoacán 2 al 4 de marzo.
4. Avilés, R.; Vera, Ku, J. C. y Gamboa, A. J. A. 2007. Follaje de árboles y arbustos en los sistemas de producción bovina de doble propósito. *Archivo. Latinoamérica. Producción. Animal*. 15(1): 251-264.
5. Balvanera, O. y Cotler, H. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, MÉXICO.185-245.
6. Balvanera, P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*. 21(1-2): 136-147.

7. Bauer, D.; Rush, I. y Rasby, R. 2009. Minerales y vitaminas en bovinos de carne. Sitio argentino de Producción Animal. 1-18. http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/118-minerales_vitaminas-Nebraska.pdf. Fecha de consulta: 12 de abril de 2015.
8. 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. Roma Italia. 367-394. <http://www.fao.org/docrep/014/x1213s/x1213s.pdf>. Fecha de consulta: 18 de enero de 2015.
9. 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: 3 de noviembre de 2015.
10. Calsamiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. XIII curso de especialización FEDNA. Madrid, 6 y 7 de noviembre de 1997.
11. Canela, T. J. A. y Salas, R. G. 2002. Parámetros reproductivos de la ganadería bovina en Tierra Caliente, Michoacán. En Memorias del XII Encuentro en Investigación Veterinaria y Producción Animal (Memorias). UMSNH. Morelia Michoacán. México. 50-53.
12. 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.

13. Carranza, M. M.; Sánchez, V. L.; Pineda, L. M. y Cuevas, G. R. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, México. *Ensayo de Agrociencia* 37:203-210.
14. Castellón, E. E.; Méndez, Y. C.; Salinas, D. A. y Quintanilla, V. J. A. 2004. Leguminosas del estado de Nuevo León, México. *Serie Botánica*. 75(1): 73-85.
15. Castro, T.; Bermúdez, F. F. y Sanz, A. R. 1991. Efecto de la relación forraje: concentrado de la relación sobre digestibilidad de la materia seca y los componentes de la pared celular. *Archivos de Zootecnia*. 40(146):85-90.
16. Censo Agropecuario. 2007. Características del sector agropecuario y forestal en Michoacán de Ocampo: Censo Agropecuario 2007 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI. 2012.60.
17. Colín, U. S.; Ochoa, R. H. G. y Rutiaga, Q. J. G. 2013. Contenido de taninos en la corteza de dos especies de parácata (*Erythroxylon compactum* Rose y *Senna skinneri* Benth. Irwin & Barneby). *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. 19(1): 115-124.
18. Collette, L.; Jiménez, J. y Azzu, N. 2007. La biodiversidad agrícola, contexto internacional, definición y servicios ecológicos – ejemplos de América Central. Documento de apoyo para el taller (videoconferencia con Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Chile) de sensibilización sobre la biodiversidad agrícola durante el mes de Marzo de 2007.3-23
19. Comisión Forestal del Estado. 2013. Estrategias de combate a la temporada de incendios forestales. [Internet]. Disponible desde: <www.fao.org/americas/perspectivas/ganaderia/es/> [Acceso 10 de Enero 2015].

20. 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.
21. Daniel, W.W. 1977. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. Limusa. México, D.F. 23.
22. Díaz, R. O. 2003. Efectos de diferentes niveles de cobertura arbórea sobre la producción acumulada, digestibilidad y composición botánica del pastizal natural del chaco árido (Argentina). *Agrociencia*. 20:62-76.
23. Flores, O. I.; Bolívar, D. M.; Botero, J. A. e Ibrahim, M. A. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiante en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. 10:1-10. <http://www.lrrd.org/lrrd10/1/cati101.htm>. Fecha de consulta: 24 de diciembre de 2015.
24. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. Ganadería mundial 2011 [Internet]. La ganadería en la seguridad alimentaria. Roma, FAO. Disponible desde: <http://www.fao.org/docrep/016/i2373s/i2373s00.pdf> [Acceso 11 de Febrero 2015]
25. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2015. Ganadería [Internet]. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. [Disponible desde]: www.fao.org/americas/perspectivas/ganaderia/es/ [Acceso 7 de Marzo 2015]

26. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. 2002. Manual agropecuario: Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. (1ª ed.).(Vol. I). Ed. Ibalpe. Bogota Colombia. 3-1093.
27. García, D. E. y Medina, M. G. 2006. Chemical composition, secondary metabolites, nutritive value and relative acceptability of ten fodder trees. *Zootecnia Tropical*. 24(3):233-250. <http://bioline.org.br/request?zt06020>. Fecha de consulta: 20 de enero de 2016.
28. García, D.E. 2004^a. Los metabolitos secundarios de las especies vegetales. *Pastos y Forrajes*. 27(1):1-12.
29. García, E. S. y Espíritu, V. J. 2010. Porcentaje de pariciones en vacas del trópico michoacano tratadas con acetato de melengestrol (MGA). (Tesis de licenciatura) Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.
30. Gerritsen, P. y Van der Ploeg, J. D. 2006. Dinámica espacial y temporal de la ganadería extensiva: estudio de caso de la Sierra de Manantlán en la Costa Sur de Jalisco. *Sección General*. 37:165-191.
31. 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.
32. González, G. J. C.; Ayala, B. A. y Gutiérrez, V. E 2007. Composición química de especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 41(1):87-93.

33. 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: 12 de octubre de 2015.
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: 24 de septiembre de 2015.
35. 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.
36. Gutiérrez, V. E.; Hernández, M. L.; Márquez, B. L.; Juárez, C. A.; Salas, R. G.; Ayala, B. A. y Ortiz, R. R. 2016. Effect of Fodder Tree Species with Condensed Tannin Contents on *In vitro* Methane Production. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 29(1): 7379.
37. Gutiérrez, V. E.; Juárez, C. A.; Salas, R. G.; Villalba, S. C. A.; Rojas, S. L. A. y Gutiérrez, O. 2011. Servicios Ecosistémicos en los agostaderos del trópico mexicano: El caso de las Especies Arbóreas Nativas Forrajeras Multipropósito (EANFM) en Carácuaro, Michoacán. II Congreso Internacional Servicios Ecosistémicos en los Neotrópicos. Asunción Paraguay.

38. Heywood, V. H. 1979. Flowering plants of the world. (Updated Edition). Ed. Oxford University press New York. P 7-336.
39. Ibrahim, M. y Camargo, J. C. 2001. ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? Agroforestería en las Américas. 8 (32):35-41.
40. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: San Lucas, Michoacán de Ocampo. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos>. Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2015.
41. 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.
42. Jiménez, F. G.; López, C. M.; Nahed, T. J.; Ochoa, G. S. y Ben de Jong. 2008. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. Veterinaria. México. 39(2):199-213.
43. Jiménez, G. R. 2002. Capacidad productiva de los sistemas silvopastoriles en Chilpancingo, México. 1er. Simposio Internacional Producción Animal Sustentable. Acapulco, Gro. 21-23 Febrero. 426-429.
44. Launchbaugh, K. L.; Provenza, F. D. and Pfister, J. A. 2001. Herbivore response to anti-quality factors in forages. Journal of Range Management. 54:431-440.

45. López, H. N. 2015. Clasificación taxonómica, valor nutricional y composición química de nuevas especies arbóreas forrajeras multipropósito en la región de tierra caliente, Michoacán (Tesis de maestría) Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Morelia, Michoacán, México.
46. López, H. N.; Gutiérrez, V. E.; Juárez, C. A.; Salas, R. G.; Ayala, B. A. y García, V. A. 2013. Clasificación taxonómica, valor nutricional y composición química de nuevas especies arbóreas en Huétamo, México. X Coloquio internacional multidisciplinario. Huetamo, Michoacán, México, diciembre 3, 4, 5 y 6 de 2013.
47. 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: 23 de diciembre de 2015.
48. May, T. 2013. Plantas preferidas para leña en la zona de bosque seco de Pedro Santana y Bánica, República Dominicana. Aspectos etnobotánicas y de manejo sustentable. Ambiente y Desarrollo. 17(33):71-85.
49. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala. 2009. Manual de Agroforestería para Zonas Secas y Semiáridas/Mecanismo Mundial de la UNCCD. 1-102.
50. Minson, DJ. 1971. The digestibility and voluntary intake of six varieties of *Panicum*. Australian Journal of Experimental Agricultura y Ganadería 11(48):18-25. <http://www.publish.csiro.au/paper/EA9710018>. Fecha de consulta: 1 de julio de 2016.

51. Molina, M. V. M.; Gutiérrez, V. E.; Herrera, C. J.; Gómez, R. J.; Ortiz, R. R. y Santos, F. 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(12):1-9 <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/moli20195.htm>. Fecha de consulta: 12 de enero de 2016.
52. 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.
53. 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: 12 de mayo de 2016.
54. Murgueitio, R. E.; Uribel, T. F.; Zuluaga, S. A. F.; Galindo, S. W. F.; Valencia, C. L. M.; Giraldo, E. C y Soto, B. R. 2010. Reconversión ganadera con sistemas silvopastoriles en la provincia de Chiriquí, Panamá. Programa Multifase de Desarrollo Sostenible de Chiriquí-PMDSCH y el Consejo Nacional de Desarrollo Sostenible-CONADES. 4-163.
55. Nahed, T. J.; Jiménez F. G.; Palma, J. M.; Grande, C. D. y Sanginés, G. L. 2008. Agroforestería Pecuaria en México: situación actual y perspectivas. IV Reunión Nacional Sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles “Estrategias ambientales amigables”. Colima, México. 423-439.
56. National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Edition. National Academy Press. Washington D.C.

57. 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. 177-192.
58. Osuna, S. O. 2002. La problemática de la ganadería en México. IX Encuentro Nacional de Legisladores del Sector Agropecuario (Memorias). Culiacán, Sinaloa. México. 86-90.
59. 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 (una revisión). Livestock Research for Rural Development 16 (2). <http://www.lrrd.org/lrrd16/2/oter1602.htm>. Fecha de consulta: 2 de junio de 2015.
60. Pinto, R. R.; Hernández, D.; Gómez, H.; Cabos, MA.; Quiroga, R. y Pezo, D. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: usos y características nutricionales. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo. 26(1):19-31.
61. Pinto, R.; Ramírez, L.; Ku, V. J. C. y Ortega, L. 2002. Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. Pastos y Forrajes. 25:171-789.
62. 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.

63. Ponce, S. J.; Carranza, G. E.; Moreno, B. R. J.; Miranda, L. E. P.; Escalante J. A. L.; Villaseñor, R. M. A y Cancino, M. R. 2004. Caracterización de dos variantes de Selva baja caducifolia en la Depresión del Balsas, Michoacán, México. *Biológicas* (6): 56-67.
64. 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.
65. Quintana, B. B. 2010. Árboles forrajeros del municipio de la Huacana Michoacán. (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.
66. 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, Michoacán. 2 al 4 de marzo. 293-295.
67. Quiroz, C. J. y Orellana, R. 2010. Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. *Maderas y Bosques*. 16(2):47- 67.
68. Ramos, G. P.; Frutos, F.J.; Giráldez, A.R. Mantecón, G. F. 1988. Plants secondary compounds in herbivores nutrition. *Archivos de Zootecnia*. (47):597-620.

69. Rodríguez, F. O. R.; Torres, C. E. A y Valenzuela, B. R. A. 2005. Plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades en los animales domésticos, Reserva Natural El Tisey, Estelí. (Trabajo de diplomado). Universidad Católica del Trópico Seco Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda. 1-143.
70. 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: 15 de marzo de 2016.
71. 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: 4 de noviembre de 2014.
72. 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: 2 de mayo de 2015.
73. 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, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Michoacán, México.

74. Sánchez, J. S.; Vargas, E. y Campabadal, C. 1987. Composición mineral y de proteína cruda de los forrajes en los distritos de Venecia, Pital y Aguas Zarcas, Canton de San Carlos. *Agronomía Costarricense*. 11(1):25-31.
75. Sánchez, R.G. y Sánchez, V.A. 2005. La Ganadería bovina del estado de Michoacán. Edit. Fundación Produce Michoacán, A.C. 37-76.
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.
77. SAS (Statistical Analysis System Institute). 1996. SAS/STAT User's Guide: Version 6.0. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. U.S.A.
78. 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.
79. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2016. Estructura de atención-SURI-Sagarpa. [Disponible desde]: https://www.suri.sagarpa.gob.mx/webPublica/estructura_atencion.aspx?idedo=16. [Acceso 17 de febrero de 2016].
80. Solorio, S. F. J.; Bacab, P. H.; Castillo, C. J. B.; Ramírez, A. L. y Casanova, L. F. 2009. Potencial de los sistemas silvopastoriles en México. II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Mérida, Yucatán, México. 28 de octubre de 2009.

81. 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*. 42:129-138.
82. Suarez, M. M. O. y Méreles, H. M. F. 2006. Los arboles medicinales utilizados en la comunidad de paso Jovai, departamento de Guairá, Paraguay. *Rojasiana*. 7(2):91-115.
83. Trejo, I. y Hernández, J. 1996. Identificación de la selva baja caducifolia en el estado de Morelos, México, mediante imágenes de satélite. *Investigaciones Geográficas (Mx)*. 5.11-18.
84. 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.
85. Vergara, L. J.; Rodríguez, P. A.; Navarro, C. y Atencio, C. 2006. Efecto de la suplementación con *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* LAM. De wit) sobre la degradabilidad ruminal del pasto alemán (*Echinochloa polystachya* H. B. K. HITCH). *Revista Científica*. 16 (6):642-647.
86. Viana, B.F.; Silva, F.O. and Kleinert, A.M.P. 2001. Diversidade e Sazonalidade de Abelhas Solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em Dunas Litorâneas no Nordeste do Brasil. *Neotropical Entomology* 30:245-251.
87. Villa, M. C. I.; Tena, M. J.; Tzintzun, R. y Val, D. 2008. Caracterización de los sistemas ganaderos en dos comunidades del Municipio de Tuzantla de la Región de Tierra Caliente, Michoacán. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 12(2):45-57.

88. Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Casasola, F. y Arguedas, R. 2005. Las cercas vivas en las fincas ganaderas. Cuaderno de campo. 2-19.