

T
1188



XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION
ARCHIVO HISTORICO

124222

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA



**Los árboles forrajeros como recurso potencial para el desarrollo de sistemas
silvopastoriles en la región de la Sierra de Tabasco**

TESIS

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias Biológicas

PRESENTA

Jesús Daniel Grande Cano

Comité Tutorial:

Tutor: Dr Fernando de León González

Asesor: Dr. Fernando Pérez-Gil Romo

Asesor: Dr. José Nahed Toral

México, D.F., Diciembre de 2010

**El Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma
Metropolitana pertenece al Padrón de Posgrados de Excelencia del CONACYT y
además cuenta con apoyo del mismo Consejo, con el convenio PFP-20-93**

**El Jurado designado por las Divisiones de Ciencias Biológicas y de la Salud
de las Unidades Cuajimalpa, Iztapalapa y Xochimilco
aprobó la tesis que presentó**

Jesús Daniel Grande Cano

El día 13 de diciembre del año de 2010

Jurado:

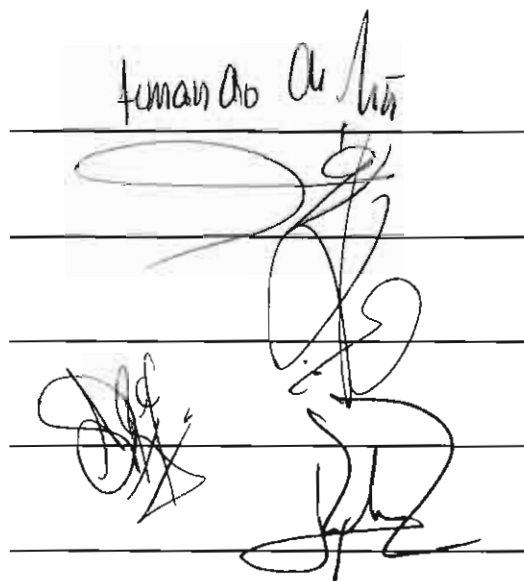
Tutor: Dr Fernando de León González

Asesor: Dr. Fernando Pérez-Gil Romo

Asesor: Dr. José Nahed Toral

Sinodal: Dr. Antonio Díaz Cruz

Sinodal: Dr. Ramón Soriano Robles



The image shows five handwritten signatures on a background of horizontal lines. The first signature at the top is 'Fernando de León'. Below it are four more signatures, each corresponding to a member of the jury listed on the left. The signatures are written in black ink and vary in style, with some being more cursive and others more blocky.

DEDICATORIA:

A Yolita, compañera de toda la vida, quien siempre creyó en mí y me impulsó para concluir mis estudios de posgrado y con quien tenía una vieja deuda pendiente.

A mis hijos Clarita y Luis Daniel, con el deseo de que enfrenten sus nuevos retos con la confianza de salir adelante.

A mis papás y hermanos, quienes en muchas ocasiones padecieron mi alejamiento por el eterno trabajo que siempre habla que hacer.

A mi querido amigo Rafael Herrera, donde esté, y quien siempre me inspirará a seguir adelante. A mis profesores y compañeros de el Colegio Superior de Agricultura Tropical de Cárdenas, Tabasco, *Alma Mater* con la que tenía una vieja deuda personal y profesional.

A los productores agropecuarios de las regiones tropicales, con quienes siempre estaré en deuda por las numerosas enseñanzas que he obtenido de ellos.

AGRADECIMIENTOS:

Son muchas las personas e instituciones a las que debo agradecer su gentileza y apoyo para la culminación de éste trabajo. Con disculpas adelantadas por las posibles omisiones, en todo caso involuntarias, hago patente mi profundo agradecimiento:

A la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, por la oportunidad y facilidades para cumplir un viejo compromiso personal y familiar. A las autoridades de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la UAM-I, quienes me apoyaron a través de la aprobación de dos Proyectos Divisionales en dos bienios consecutivos. A la Dra. Reyna Fierro Pastrana, Coordinadora del Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAM, por su apoyo y confianza para concluir mis estudios.

Al Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, ejemplo de trabajo y compromiso para quienes tenemos el privilegio de aprender y colaborar con él.

Al Dr. Fernando de León González, por su confianza e impulso para concluir mis estudios doctorales. Al Dr. José Nahed Toral, quien me apoyó y dio importantes aportaciones para mejorar mi trabajo. A los demás Sinodales por sus atinadas críticas y comentarios.

A mis alumnos de varias generaciones de la Licenciatura de Producción Animal, quienes me acompañaron en diferentes momentos de la investigación y compartieron conmigo el arduo trabajo y el agobiante calor tabasqueño, además del trabajo de laboratorio y otras actividades.

A los colegas Francisco Reyes, Manuel Ruiz y Guillermo Pérez, así como a las diferentes directivos del Centro Regional Universitario del Sureste de la Universidad Autónoma Chapingo, en Teapa, Tabasco, de quienes recibí muchas atenciones y facilidades, particularmente durante el trabajo de campo.

A Mauricio Maldonado, Profesor e Investigador de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la UJAT, colaborador y amigo que en breve iniciará nuevos retos académicos y profesionales.

A los ganaderos de la Sierra de Tabasco, quienes como siempre estuvieron dispuestos a compartir su sabiduría y fueron muy gentiles suministrando la información en que se sustenta éste trabajo.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la región de la Sierra de Tabasco, y su objetivo principal fue identificar y caracterizar los principales sistemas silvopastoriles en la región y el potencial de los árboles forrajeros involucrados para su desarrollo. Se identificaron seis sistemas silvopastoriles en la región: cercos vivos, árboles dispersos en potreros, pastoreo de animales en plantaciones arbóreas, pastoreo en acahuals, bancos de proteína y pastoreo en callejones. Los cercos vivos y los árboles dispersos en potreros fueron los más abundantes sistemas silvopastoriles en la región. Los cercos vivos tuvieron 28 especies arbóreas, con densidades de 33 a 187 árboles/100 m lineales de cerco. Se registraron 75 especies de árboles dispersos en los potreros, con una densidad promedio de 38 árboles/ha. Los índices de diversidad de Shannon y Simpson fueron de 2.8 y 0.09, respectivamente, lo cual mostró una relativamente alta diversidad arbórea. Varias especies de árboles dispersos en potreros (37 %) mostraron un bajo número de individuos, lo cual representa una fuerte amenaza para su permanencia en los potreros. *Gliricidia sepium* y *Tabebuia rosea* fueron las principales especies en los cercos vivos, mientras que las especies maderables *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, *Zanthoxylum riedelianum* y *Blepharidium mexicanum* fueron las más importantes en los árboles dispersos en potreros. En ambos sistemas silvopastoriles se identificaron 78 especies arbóreas, 27 de las cuales fueron forrajeras, y 13 de ellas pueden contribuir al desarrollo de los sistemas silvopastoriles regionales. En muestras de especies arbóreas seleccionadas, los contenidos de proteína cruda, fibra neutro y ácido detergente y las digestibilidades *in vitro* de la materia seca tuvieron grandes variaciones y con diferencias entre las especies. Se detectaron metabolitos secundarios como taninos y alcaloides. Se realizó un experimento con borregos pelibuey machos, de 16.2 kg de peso inicial, con cuatro tratamientos (tres leguminosas arbóreas forrajeras y *Pennisetum purpureum*), con un consumo de 50 % de la materia seca, en la que los animales tuvieron una pobre respuesta de crecimiento por los altos niveles de inclusión de los follajes arbóreos y la presencia de compuestos tóxicos. El entendimiento de los sistemas silvopastoriles es capaz de permitirá mejorar la producción animal a través de un mejor conocimiento del ecosistema como un todo.

Palabras Clave: árboles forrajeros, sistemas silvopastoriles, región de la Sierra, Tabasco, trópico húmedo

ABSTRACT

Tree fodders as a potential resource for the development of silvopastoral systems in the Sierra region of Tabasco

This research was carried out in the Sierra region of Tabasco, with the aim of identify and characterize the most important silvopastoral systems, and the potential of the fodder trees involved in such as systems. There were identified six silvopastoral systems in this region: live fences, scattered trees in pastures, animal grazing in tree plantations, grazing in secondary vegetation, protein banks and alley farming. Live fences and scattered trees in pastures were the most abundant silvopastoral systems. Live fences had 28 tree species, with densities of 33 up to 187 trees/100 lineal m of live fence, It was registered 75 species in scattered trees in pastures, with an average density of 38 trees/ha. Shannon and Simpson diversity indexes were of 2.8 and 0.09, respectively, which showed a relatively high tree diversity. Several species of scattered trees (37 %) showed a low number of individuals, which represents a serious threat to remain in the pastures. *Gliricidia sepium* and *Tabebuia rosea* were the main species in live fences, while timber species such as *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, *Zanthoxylum riedelianum* y *Blepharidium mexicanum* were the most important in the scattered trees in pastures. In both silvopastoral systems were identified 78 tree species, 27 out of 78 were fodders, and 13 out of 27 are able to contribute in developing of the regional silvopastoral systems. In selected fodder tree species samples, crude protein, neutral and acid detergent fiber contents and the *in vitro* dry matter digestibilities had great variations and there were differences among species. It was detected secondary metabolites such as tannins and alkaloids. It was carried out a trial with pelibuey sheep, males, 16.2 kg initial weight, with four treatments (three leguminous fodder trees and *Pennisetum purpureum*), with an intake of 50 % dry matter, resulting in a poor growing curve due to the high levels of inclusion of tree foliages, and the presence of toxic compounds. The understanding of silvopastoral systems is able to improve livestock production, through a better knowledge of the ecosystem as a whole.

Key words: tree fodders, silvopastoral systems, Sierra region, Tabasco, humid tropic

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	14
JUSTIFICACIÓN	28
OBJETIVO GENERAL	28
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
HIPÓTESIS	29
 2. METODOLOGÍA	 30
2.1. Caracterización del medio natural de la Sierra de Tabasco para el desarrollo de Sistemas Silvopastoriles	30
2.2. Caracterización general de la ganadería bovina y ovina en la Sierra de Tabasco	31
2.3. Identificación y caracterización de los Sistemas Silvopastoriles en el estado y en la Sierra de Tabasco	31
2.3.1. Sistemas Silvopastoriles del estado de Tabasco	32
2.3.2. Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco	32
Cercos vivos	33
Árboles dispersos en potreros	34
Análisis de la información	35
2.4. Identificación de los árboles forrajeros de los Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco	36
2.5. Selección, colecta y evaluación de arbóreas con potencial para la alimentación animal y el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco	37
2.6. Composición química de arbóreas forrajeras seleccionadas de la Sierra de Tabasco	39
2.7. Contenido de compuestos tóxicos y/o antifisiológicos en especies arbóreas de la Sierra de Tabasco	39
2.8. Comportamiento de ovinos alimentados con follaje de leguminosas arbóreas tropicales y pasto Taiwán (<i>Pennisetum purpureum</i>)	40
 3. RESULTADOS	 41
3.1. Características del medio natural de la Sierra de Tabasco para el desarrollo de Sistemas Silvopastoriles	41
Geología	41
Fisiografía y geomorfología	42
Hidrología	44
Clima	45
Temperatura.	
Precipitación	
Estacionalidad	

	Pág.
Caracterización edafológica de la zona	49
Suelos	
Clasificación del Suelo	
Usos del Suelo	
Vegetación	50
3.2. Características generales de la ganadería bovina y ovina en la Sierra de Tabasco	54
Ganadería Bovina	54
Características generales e indicadores productivos	54
Ganadería ovina	55
3.3. Identificación y caracterización de los Sistemas Silvopastoriles en el estado y en la Sierra de Tabasco	59
3.3.1. Sistemas Silvopastoriles del estado de Tabasco	59
3.3.1.1. Cercos Vivos	60
3.3.1.2. Árboles Dispersos en Potreros	62
3.3.1.3. Pastoreo en Plantaciones de Árboles	63
3.3.1.4. Árboles en Linderos	68
3.3.1.5. Pastoreo en Acahuals	69
3.3.1.6. Bancos de Proteína	71
3.3.1.7. Pastoreo en Callejones	71
3.3.2. Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco	72
3.3.2.1. Cercos Vivos	73
3.3.2.1.1. Importancia y función de los cercos vivos en la Región de la Sierra de Tabasco.....	73
3.3.2.1.2. Número, diversidad y densidad de árboles en los cercos vivos	73
3.3.2.1.3. Principales especies de árboles	75
3.3.2.1.4. Altura de los árboles	77
3.3.2.2. Árboles Dispersos en Potreros	78
3.3.2.2.1. Importancia y función de los árboles dispersos en la Sierra de Tabasco	78
3.3.2.2.2. Composición de especies	85
3.3.2.2.3. Especies arbóreas primarias vs secundarias ..	88
3.3.2.2.4. Altura y DAP de los árboles dispersos	89
3.4. Identificación de los árboles forrajeros de los Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco	91
3.5. Selección, colecta y evaluación de arbóreas con potencial para la alimentación animal y el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco	95
3.6. Composición química de arbóreas seleccionadas de la Sierra de Tabasco	98
3.7. Contenido de compuestos tóxicos y/o antifisiológicos en arbóreas de la Sierra de Tabasco	99

	Pág.
3.8. Comportamiento de ovinos alimentados con follaje de leguminosas arbóreas tropicales y pasto Taiwán (<i>Pennisetum purpureum</i>)	100
4. DISCUSIÓN	103
4.1. Características del medio natural de la Sierra de Tabasco para el desarrollo de Sistemas Silvopastoriles	103
4.2. Características generales de la ganadería bovina y ovina en la Sierra de Tabasco	106
4.3. Identificación y caracterización de los Sistemas Silvopastoriles en el estado y en la Sierra de Tabasco	109
4.3.1. Sistemas Silvopastoriles del estado de Tabasco	109
4.3.1.1. Cercos Vivos	109
4.3.1.2. Árboles Dispersos en Potreros	111
4.3.1.3. Pastoreo en Plantaciones de Árboles	113
4.3.1.4. Árboles en Linderos	116
4.3.1.5. Pastoreo en Acahuals	116
4.3.1.6. Bancos de Proteína	118
4.3.1.7. Pastoreo en Callejones	119
4.3.2. Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco	121
4.3.2.1. Cercos Vivos	121
4.3.2.2. Árboles Dispersos en Potreros	121
4.3.2.2.1. Importancia, funciones y productos obtenidos de los árboles dispersos en potreros en la Sierra de Tabasco	121
4.4. Identificación de los árboles forrajeros de los Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco	135
4.5. Selección, colecta y evaluación de arbóreas con potencial para la alimentación animal y el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco	137
4.6. Composición química de especies arbóreas seleccionadas de la Sierra de Tabasco	138
4.7. Contenido de compuestos tóxicos y/o antifisiológicos en especies arbóreas de la Sierra de Tabasco	140
4.8. Comportamiento de ovinos alimentados con follaje de leguminosas arbóreas tropicales y pasto Taiwán (<i>Pennisetum purpureum</i>)	141
5. CONCLUSIONES	143
6. PERSPECTIVAS	146
7. REFERENCIAS	149
8. ANEXOS	162

	Pág.
Anexo 1	162
Anexo 2	163
Anexo 3	170
Anexo 4	183

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Subcuencas hidrológicas y ríos de los municipios de Macuspana, Tacotalpa y Teapa.....	45
Cuadro 2. Temperatura media mensual de las estaciones meteorológicas en municipios de la sierra de Tabasco.....	46
Cuadro 3. Precipitación pluvial mensual y anual (mm) de los municipios de Macuspana, Tacotalpa y Teapa y de estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio.....	48
Cuadro 4. Principales tipos de vegetación originalmente identificados en los municipios de la Sierra de Tabasco.....	53
Cuadro 5. Especies arbóreas representativas en los principales tipos de la vegetación original de la Sierra de Tabasco.....	53
Cuadro 6. Principales pastos cultivados en el estado de Tabasco.....	58
Cuadro 7. Principales palmas dispersas en potreros del estado de Tabasco.....	63
Cuadro 8. Número, diversidad de especies y densidad de árboles en los cercos vivos de 10 potreros evaluados en la Región de la Sierra de Tabasco.....	74
Cuadro 9. Principales especies de árboles en los cercos vivos de potreros de la región de la Sierra.....	75
Cuadro 10. Principales árboles en los cercos vivos de potreros de la Región de la Sierra de Tabasco.....	76
Cuadro 11. Altura promedio de las siete principales especies arbóreas encontradas en cercos vivos de la Sierra de Tabasco.....	78
Cuadro 12. Localización, número, densidad e índices de diversidad de árboles dispersos en potreros de la Sierra de Tabasco.....	79
Cuadro 13. Resumen de todas las especies arbóreas dispersas en los potreros de la Sierra de Tabasco.....	81

	Pág.
Cuadro 14. Especies de árboles dispersos más frecuentes y su abundancia en potreros de la región de la Sierra de Tabasco.....	84
Cuadro 15. Arbóreas forrajeras encontradas en los dos principales Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco.....	94
Cuadro 16. Arbustivas o arbóreas forrajeras con potencial para el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles de la región de la Sierra de Tabasco.....	97
Cuadro 17. Composición química de árboles forrajeros seleccionados de la Sierra de Tabasco.....	99
Cuadro 18. Compuestos tóxicos antifisiológicos en follajes de árboles forrajeros seleccionados de la Sierra de Tabasco.....	100
Cuadro 19. Composición química de los forrajes utilizados	101
Cuadro 20. Consumo voluntario de materia seca de borregos alimentados con pasto Taiwán y follajes de leguminosas arbóreas tropicales en diferentes proporciones de la MS.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS

	Pág.
Figura 1. Temperatura media anual en los municipios de la región de la Sierra y en el estado de Tabasco	46
Figura 2. Precipitación total anual en la región de la Sierra y en el estado de Tabasco	48
Figura 3. Tipos de suelo en los municipios de la región de la Sierra y en el estado de Tabasco	49
Figura 4. Principales tipos de vegetación en los municipios de la región de la Sierra de Tabasco	52
Figura 5. Metodología de investigación en árboles forrajeros	108

	Pág.
Gráfica 1. Sistemas Silvopastoriles identificados en el estado de Tabasco.....	59
Gráfica 2. Principales Sistemas Silvopastoriles de pastoreo en plantaciones en Tabasco.....	65
Gráfica 3. Principales Sistemas Silvopastoriles en la Sierra de Tabasco.....	73
Gráfica 4. Densidad y riqueza de especies arbóreas en 23 potreros de la Sierra de Tabasco.	85
Gráfica 5. Número de especies en las principales familias de árboles dispersos.....	86
Gráfica 6. Curva de abundancia de especies de árboles en los potreros estudiados.....	87
Gráfica 7. Número de especies y abundancia de individuos en los potreros..	88
Gráfica 8. Distribución de alturas y diámetros de todos los árboles dispersos encontrados en potreros de la Sierra de Tabasco	90
Gráfica 9. Familias botánicas de arbóreas forrajeras identificadas en la Sierra de Tabasco.....	92

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 50 años en el Estado de Tabasco, en el sureste de México, ocurrió un intenso proceso de ganaderización. En 1950 se estimó que la superficie de pastos dedicada a la ganadería bovina era de alrededor del 25.6% de la superficie estatal, mientras que para el 2000 aumentó al 76.4%.

El avance de la ganadería bovina, como el de muchas otras actividades agropecuarias en el Estado, se llevó a cabo en base a la eliminación o destrucción de la vegetación y a la desaparición de numerosas especies vegetales y animales; así, como resultado del desarrollo agrícola y pecuario, los cuales provocaron que alrededor del 90 % de la vegetación original, principalmente la selva alta perennifolia, fuera devastada (López, 1980), por lo que en 1992 sólo 8 % de la superficie estatal tenía vegetación natural, 18 % de ella con un alto grado de perturbación (Flores y Gerez, 1994).

Por otra parte, la mayoría de los sistemas de producción animal desarrollados en la entidad se basan en el modelo extensivo, caracterizado por la utilización de grandes áreas de pastos, el empleo de dosis crecientes de agroquímicos y el uso elevado de insumos externos (Tudela, 1992).

La deforestación resultante de la expansión agropecuaria, así como la implantación del modelo extensivo convencional en la mayoría de las unidades de producción ganaderas, han traído como consecuencia diversos impactos adversos sobre el ambiente y los recursos naturales involucrados en la producción, entre los que se pueden mencionar la reducción drástica de la biomasa, con la consecuente pérdida de germoplasma, eliminación de los mecanismos bióticos de reciclamiento de nutrientes, modificaciones micro y mesoclimáticas, todavía poco conocidas, aumento de la escorrentía e incremento del potencial de las avenidas y diversas transformaciones edáficas (Tudela, 1990). En el caso de los suelos, se han observado efectos dramáticos como la disminución de la materia orgánica y nutrimentos, así como una acelerada degradación por la erosión hídrica y el cultivo mecanizado (Larios y Hernández, 1992).

Ante tal situación, en el sector agropecuario estatal y particularmente en la ganadería, es urgente identificar y evaluar las prácticas, tecnologías y sistemas productivos que permitan hacer un mejor uso y manejo de los recursos, y que contribuyan a aminorar o revertir los impactos ambientales derivados de las actividades agrícolas y ganaderas.

Los sistemas silvopastoriles (SSP) representan una de esas alternativas, ya que además de aumentar la productividad y ofrecer beneficios a los ganaderos y sus animales, permiten recuperar la fertilidad del suelo, un microclima y un ciclo hidrológico similares a los originales y el restablecimiento de parte de la flora y fauna

nativa que aún sobrevive (Harvey y González, 2007), lo cual es muy importante en numerosos sitios de la entidad.

Actualmente, los ganaderos tabasqueños practican varios SSP con diversas características e importancia; sin embargo, han sido muy poco estudiados y son escasas las investigaciones realizadas hasta el momento para su conocimiento y caracterización.

Conocer los SSP es relevante por el gran impacto que tienen en las explotaciones ganaderas, principalmente por los productos y funciones valiosos que los árboles proveen como madera y sombra, además de que pueden ser fuente de alimento para el ganado (Harvey y Haber, 1999; Pinto *et al.*, 2004). Los SSP ofrecen beneficios ecológicos, como su contribución para la conservación de hábitats de especies animales importantes en la dispersión de semillas arbóreas para la regeneración natural, y también por su funcionamiento como corredores biológicos (Harvey y Haber, 1999) y la conservación de la biodiversidad (Naranjo, 2003). Las leñosas también pueden contribuir a la restauración de pasturas degradadas (Montagnini y Ugalde, 2001), al almacenamiento de carbono (Botero, 2003; Ruiz *et al.*, 2004) y como alternativa estratégica para reducir la presión sobre los bosques (Kaimowitz, 2001).

Con base en las anteriores consideraciones, en éste trabajo se analizaron los principales sistemas silvopastoriles en la región de la Sierra de Tabasco, con énfasis

en el componente arbóreo y el potencial de los árboles o arbustos forrajeros involucrados para su desarrollo.

ANTECEDENTES

Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles son una forma de producción pecuaria en la que las leñosas perennes (árboles o arbustos), pastos y animales interactúan entre sí en la misma unidad de suelo y bajo un manejo integral, con el objetivo de incrementar la productividad y el beneficio neto del sistema en el largo plazo (Nair, 1989; Somarriba, 1992).

Para que se den las interacciones en un sistema silvopastoril, no necesariamente todos los componentes deben compartir el mismo espacio; por otra parte, no sólo son sistemas silvopastoriles aquéllos en los que las leñosas perennes constituyen un recurso alimenticio para los animales, sino que las interacciones de las leñosas con los animales y los demás componentes del sistema pueden manifestarse de diversas maneras. Un ejemplo de lo anterior serían las interacciones entre los componentes de un sistema silvopastoril con animales manejados en pastoreo, en el que las leñosas perennes no sólo producen follaje o frutos para los animales, sino que les pueden proveer sombra para contrarrestar el estrés calórico. Por su parte, las leñosas perennes que forman parte de los sistemas silvopastoriles

son especies multipropósito, que pueden cumplir diversas funciones dentro del sistema (Pezo e Ibrahim, 1997).

Tipos de sistemas silvopastoriles

Las combinaciones de leñosas perennes con pasturas y animales son muchas y muy diversas. Muchas de ellas forman parte de la “cultura productiva” de los países tropicales (por ejemplo las cercas vivas y los árboles en potrero); en general, en el trópico americano se ha enfatizado mucho en el estudio de los sistemas silvopastoriles en los que las leñosas perennes son fuentes de follaje para la alimentación animal, aunque existen muchas más opciones de interacción entre las especies arbóreas o arbustivas, las forrajeras herbáceas y los animales (Pezo e Ibrahim, 1997).

Entre los sistemas silvopastoriles más comunes se pueden citar las cercas vivas, los bancos de proteína, las leñosas perennes como barreras vivas en áreas de pendiente, los sistemas de cultivo en callejones, las plantaciones de árboles maderables o frutales con forrajeras herbáceas como cobertura, las cortinas rompevientos y el pastoreo de animales en vegetación secundaria con arbustivas o arbóreas (Pezo e Ibrahim, 1997).

Cercos vivos

El sistema de cercos vivos consiste en la siembra y uso como postes de leñosas perennes principalmente para delimitar potreros o propiedades, y es una práctica tradicional en áreas tropicales de América Latina y de otras regiones del mundo (Pezo e Ibrahim, 1999). En los últimos años han adquirido mayor importancia económica y ecológica porque su establecimiento puede representar un ahorro de hasta el 46 % en relación al costo de las cercas convencionales (Holmann *et al.*, 1992), además de que constituyen un mecanismo para reducir la presión sobre los bosques para la obtención de postes y leña. También contribuyen a la introducción de árboles en las fincas, con los respectivos beneficios para los productores y el ambiente (Pezo e Ibrahim, 1999).

Árboles dispersos en potreros

Los árboles dispersos en potreros son un sistema silvopastoril en el que especies arbóreas multiestrato y multipropósito se encuentran dentro de los potreros en diferentes arreglos (por ejemplo de manera aislada o en grupo); en relación a su origen, los árboles a veces son remanentes de la selva original que se han conservado para dar sombra en el potrero o porque se pretende aprovechar su madera en el futuro. En otros casos los agricultores plantan los árboles, como en el caso de numerosos frutales. También hay muchas especies nativas e introducidas que se regeneran naturalmente y mantienen poblaciones importantes en los potreros; algunos nacen de semillas traídas por el viento, pájaros, ganado y otros herbívoros, mientras que algunos rebrotan de tocones. Los productores deben ralea y manejar

estas poblaciones en forma compatible con los cultivos y pastos que se producen en la finca (Beer *et al.*, 2003).

Las razones por las que los agricultores permiten la presencia de árboles en los potreros se pueden agrupar en dos principales: a) para conseguir productos de utilidad o valor (por ejemplo postes, madera, leña, forraje o frutas); b) para obtener algún beneficio (servicio) para la producción o el ganado (por ejemplo sombra para los animales o la conservación de la humedad del suelo) (Beer *et al.*, 2003).

Los árboles en los potreros son muy beneficiosos; al ganado, le ofrecen sombra, frutos y follaje de buena calidad, sobretodo durante la época seca, cuando los alimentos escasean. Al productor le permiten incrementar sus ingresos ya que, además de vender los productos pecuarios tradicionales (carne, leche y quesos) puede comercializar frutas, leña, madera y generar servicios ambientales. Además, mejoran la calidad de los suelos y ayudan a proteger a los animales silvestres (Casasola *et al.*, 2005).

Pastoreo en plantaciones de maderables o frutales

El pastoreo en plantaciones de cocotero, hule y palma aceitera es un sistema común en varios países tropicales de Asia y Oceanía pero considerado excepcional en América (Pezo e Ibrahim, 1999), mientras que en éste último continente es más

frecuente el pastoreo en plantaciones de frutales como mangos y cítricos, entre otros.

En una de sus principales variantes, el ganado es complementario al principal componente del sistema (la plantación forestal o frutal), y en ése caso los animales sirven como reguladores de las malas hierbas o como una fuente adicional de ingresos, mientras las plantaciones se transforman en productivas. Los beneficios de la incorporación de la producción animal en las plantaciones de leñosas son múltiples; algunos de los que se pueden citar son el incremento en los ingresos y la diversificación de la empresa, el mejor uso de los recursos escasos, más altos rendimientos en las plantaciones como consecuencia de un mejor control de las malezas, de un reciclaje de nutrimentos más eficiente y un incremento del nivel de nitrógeno en el suelo, además que cualquier manejo aplicado al componente herbáceo beneficia indirectamente a las leñosas (Pezo e Ibrahim, 1999).

Bancos de proteína

Los bancos de proteína son áreas generalmente pequeñas que se destinan al cultivo de leñosas perennes en bloque compacto y a alta densidad, con miras a maximizar la producción de biomasa de buena calidad nutritiva. El follaje de la especie sembrada debe contener más del 15 % de proteína, por lo que comúnmente muchas leguminosas se recomiendan para dicho fin. Para establecer los bancos de proteína de leñosas perennes, se utilizan especies capaces de persistir bajo un

régimen de podas o defoliaciones frecuentes e intensas, que tengan una alta tasa de rebrote y una buena proporción de hojas de calidad nutritiva aceptable (Pezo e Ibrahim, 1999).

Los bancos de proteína se usan cuando hay una necesidad de suplementar la alimentación de los animales, especialmente los rumiantes, por lo que son una buena alternativa al uso de concentrados. Se utilizan principalmente para producir forraje de alta calidad, es decir con alto contenido de proteína y fácil digestión. Este suplemento es especialmente importante durante la estación seca, cuando los pastos son escasos y de muy mala calidad nutricional, con altos contenidos de fibra y baja digestibilidad (Beer *et al.*, 2003).

Pastoreo en callejones

El cultivo en callejones es un sistema agroforestal en el que se establecen bandas, hileras o franjas de leñosas perennes (preferentemente leguminosas) de rápido crecimiento, con cultivos anuales sembrados en el espacio intermedio (Kang, 1993). En el idioma inglés este sistema se conoce como “alley cropping”, pero en el caso de la opción silvopastoril, en donde se incorporan animales y se siembran pastos en lugar de los cultivos agrícolas entre las hileras de árboles, se utiliza un término más genérico conocido como “alley farming” (Atta-Krah, 1993; Pezo e Ibrahim, 1997).

En este sistema, las leñosas se someten a podas periódicas y el follaje resultante se deposita como "mulch" sobre la superficie del suelo, o se incorpora al suelo como abono verde (Pezo e Ibrahim, 1997). Las distancias de siembra entre las hileras de la leñosa perenne varían generalmente de 2 a 6 m, mientras que el distanciamiento entre plantas dentro de una misma hilera puede variar entre 0.05 y 0.5 m (NFTA, 1989). En los períodos que no se ocupa el follaje como abono, se pueden dejar crecer las plantas para la producción de leña o se puede podar ése follaje y utilizarlo para alimentar animales (Pezo e Ibrahim, 1997).

La deforestación en Tabasco

La deforestación en Tabasco ha sido un problema de grandes magnitudes que tuvo su máximo auge durante la implementación de los principales planes de desarrollo agropecuario en la región (el Plan Chontalpa y el Plan Balancán-Tenosique).

Con antecedentes desde 1961 e iniciado formalmente entre 1965 y 1966 con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo, el Plan Chontalpa fue uno de los más ambiciosos proyectos de modernización de la agricultura tropical y de desarrollo social que se hayan planteado en cualquier zona tropical de América Latina.

El Plan fue un proyecto de colonización que, en el aspecto tecnológico, implicó el traslado casi mecánico de los esquemas de los distritos de riego desarrollados en

las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país al trópico húmedo del sureste. El Plan se caracterizó además por la introducción, novedosa en ésta región, de algunos de los paquetes tecnológicos que se popularizaron en México con el advenimiento de la Revolución Verde (Tudela, 1992).

En el sitio donde se estableció el Plan Chontalpa, casi cuarenta mil hectáreas de selva tropical densa de la zona se deforestaron con ayuda de maquinaria pesada, cuya utilización desenraizó incluso los tocones que solían permanecer cuando la tala se practicaba con procedimientos exclusivamente manuales, lo que eliminó la posibilidad de regeneración de la selva.

El manejo más depredador de los recursos forestales reconocería al menos el valor de la madera. En función de su variable densidad arbórea, en cada hectárea de selva tropical se pueden obtener de 1 a 17 m³ de madera, una pequeña parte de la cual proviene de especies tropicales de alta cotización. Durante la deforestación en Tabasco, todo el producto del desmonte se quemó *in situ*, y la riqueza forestal se convirtió en humo. Por lo menos ocho millones de dólares se gastaron en la destrucción de la selva alta perennifolia, el ecosistema de mayor variedad y dinamismo conocido. La misma suerte tuvieron más de veinte mil hectáreas de acahuals, es decir, áreas cubiertas con vegetación secundaria (Tudela, 1992).

En el área del Plan Chontalpa, el desmonte masivo con maquinaria pesada y la quema de la cobertura vegetal en montículos apilados fue una decisión

equivocada, ya que a los efectos destructivos generales de la deforestación, se sumó la compactación de suelos por el uso de la maquinaria. Ni siquiera se aprovechó el efecto favorable que hubiera tenido la incorporación de las cenizas en el suelo, como sucede en la tecnología tradicional de roza-tumba y quema (Tudela, 1992).

Situación actual de la deforestación en Tabasco

Por las características, alcance y rapidez con que el proceso de deforestación ocurrió, se considera que Tabasco sufrió una verdadera catástrofe ecológica, la cual representa la degradación ambiental más severa registrada en la historia reciente del país (Tudela, 1990).

Con base en estadísticas de 1986 del INEGI, Tudela (1992) consideró que en ese año las selvas primarias ocupaban aproximadamente un 6 % de la superficie del estado, aunque reconoció que en el mismo año otras fuentes estimaron que la extensión de selva primaria no representaba ya más de un 4 % de la superficie estatal.

Se estima que en cuatro décadas (de 1940 a 1980) en Tabasco se destruyeron no menos de 10 000 km² (es decir, un millón de hectáreas) de selva alta perennifolia, lo que dio lugar a pastizales, áreas de cultivo y acahuales. En la actualidad, la selva alta sólo se conserva inalterada en algunos pequeños manchones, que en conjunto, no representan más de un 4 % de la superficie del

estado. Estos manchones se ubican sobre todo en el extremo sur de Tabasco, colindando con Chiapas, y no cuentan ya por lo general con el área mínima necesaria para representar en toda su integridad a la comunidad de una selva alta perennifolia, por lo que se ha perdido en forma irremediable una parte de su diversidad genética y se ha comprometido su capacidad de regeneración. (Tudela, 1992).

Aunque en los últimos años la deforestación en Tabasco se ha reducido, el proceso no se ha detenido y continúa su avance. A manera de ejemplo se puede mencionar que en la Sierra de Tapijulapa, una importante subzona dentro de la región de la Sierra de Tabasco, la pérdida de la vegetación natural remanente en el área mostró un decremento de la selva perennifolia y un incremento de pastizales, con una tasa anual de deforestación estimada de 1.13 % (Martínez *et al.*, 2001).

Por su parte con base en la información de la Carta estatal vegetación y uso del suelo del INEGI, la SEDAFOP (2006) consideró que en el 2001 los principales recursos forestales naturales del estado fueron las selvas y los manglares, que ocupaban el 76 % (167 mil has) y el 24 % (53 mil has) respectivamente. Las 167 mil has de selva representaron el 6.6 % de la superficie estatal, y se distribuyeron en los municipios de Tenosique (52 mil has) (31 %), Huimanguillo (38 mil has) (23 %), Balancán (29 mil has) (17 %) y Tacotalpa (22 mil has) (13 %), mientras que el resto de los municipios del estado en su conjunto contaron con 26 mil has (16 %) (SEDAFOP, 2006).

Sin embargo, estimaciones más recientes mostraron un panorama más desalentador, ya que se consideró que para ése año en el estado las selvas ocupaban un área de sólo 50 mil has (alrededor del 2 % de la superficie estatal) y los manglares otras 50 mil has, por lo que se estimó que la superficie total de recursos forestales en la entidad era de únicamente 100 mil has (sólo el 4 % de la superficie estatal) (SEDAFOP, 2006).

Además del deterioro ambiental provocado por la eliminación de la cubierta de selva original en el estado, la situación se agrava porque actualmente muchas áreas de pastizales se encuentran en franco proceso de degradación, como consecuencia de la implementación de prácticas de manejo no racionales en muchas de las áreas deforestadas (por ejm. quemas no controladas, prácticas de labranza inadecuadas, la ausencia de cobertura vegetal y otros métodos de conservación del suelo, manejo ineficiente de la fertilidad del suelo y el sobrespastoreo).

A pesar de la importancia de los sistemas silvopastoriles en el estado de Tabasco, varios de los trabajos sobre sistemas agroforestales desarrollados han sido preliminares, y enfocados a sistemas agroforestales no necesariamente pecuarios (Pereyra y Montoya, 1991; Elgueta y Pérez, 2001). Las investigaciones en las que se han estudiado específicamente a los sistemas silvopastoriles o sistemas agroforestales pecuarios se han hecho a nivel local, enfocados a un solo sistema silvopastoril o a algún aspecto particular de él, y varios de ellos basados en la

metodología de encuesta, como es el caso del trabajo de cercos vivos de Alavez y Fierros (1983) en la ganadería de Teapa.

JUSTIFICACIÓN

La realización del presente estudio tuvo una amplia justificación por el número de productores y la diversidad de tecnologías y sistemas agroforestales pecuarios que se practican en la región. Por otra parte, además de que el conocimiento de los SSP de la región permitirá entender su importancia y generará información útil para su mejora y diseño, también puede servir como base para evaluar el rol de los árboles en la conservación de las especies de la vegetación remanente y en la restauración del hábitat.

OBJETIVO GENERAL

Identificar y caracterizar los principales sistemas silvopastoriles en la región de la Sierra de Tabasco y el potencial de los árboles forrajeros involucrados para su desarrollo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar el medio natural de la Región de la Sierra de Tabasco para el establecimiento y desarrollo de sistemas silvopastoriles.

Caracterizar los sistemas silvopastoriles en el estado y en la región de la Sierra de Tabasco

Identificar las arbóreas forrajeras en los principales sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco

Seleccionar arbóreas forrajeras que contribuyan al desarrollo de los sistemas silvopastoriles en la región de la Sierra de Tabasco

Evaluar el potencial para la alimentación animal (químico-nutricional y comportamiento de ovinos) de arbóreas forrajeras seleccionadas de la región de la Sierra de Tabasco

HIPÓTESIS

En la región de la Sierra de Tabasco existen diferentes tipos de sistemas silvopastoriles, los cuales constituyen una parte importante de las estrategias de los productores para el manejo de la ganadería.

En los sistemas silvopastoriles de la región de la Sierra de Tabasco el componente arbóreo forrajero está presente de forma común y tiene una función importante en dichos sistemas.

Los árboles forrajeros pueden contribuir al desarrollo intensivo, integrado y sustentable de los sistemas silvopastoriles en la región de la Sierra de Tabasco

Las arbóreas forrajeras presentan características nutricionales y de composición química que permiten su incorporación sistemática en el corto y mediano plazo en la alimentación animal en los sistemas silvopastoriles de la región de la Sierra de Tabasco

2. METODOLOGÍA

2.1. Caracterización del medio natural de la Sierra de Tabasco para el desarrollo de Sistemas Silvopastoriles

La caracterización del medio físico de la región de la Sierra se hizo mediante la consulta de varias publicaciones del INEGI (INEGI, 1986; 1997a; 1997b; 1997c). El trabajo de Cámara (1999) aportó información relevante; también se consultaron los trabajos de CRTP (1978; 1979) y Larios y Hernández (1992). Varios mapas de la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sostenible del Estado de Tabasco (OEIDRUSTAB) complementaron la información documental obtenida (OEIDRUSTAB, 2010).

Para conocer aspectos de la vegetación y la diversidad de especies arbóreas en el estado y en la Sierra de Tabasco, se consultaron varios de los más importantes

trabajos publicados sobre el tema (Cowan, 1983; López, 1994; Magaña, 1995; Guadarrama y Ortiz, 2000; Ochoa y De la Cruz, 2002; Ochoa-Gaona *et al.*, 2008); la información recopilada de los mencionados trabajos, se complementó con datos de herbario y de los registros recientes de árboles y arbustos del estado de Tabasco, obtenidos de una base de datos proporcionada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), perteneciente al Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). La mencionada base de datos incluyó los registros de 22 proyectos de investigación sobre el tema apoyados por dicha Comisión, y los principales registros consultados fueron de los proyectos de Fernández (2007), Novelo (2000), Aragón (2001) y Gutiérrez (1999).

2.2. Caracterización general de la ganadería bovina y ovina en la Sierra de Tabasco

Para conocer los principales aspectos de la ganadería bovina y ovina en la zona se realizaron recorridos de campo; la información obtenida durante los recorridos se complementó con entrevistas a productores, técnicos y funcionarios de desarrollo agropecuario de los municipios de la zona, y de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesca (SEDAFOP) del Gobierno del Estado de Tabasco; toda la información obtenida se complementó con la revisión de información documental (literatura general y estadística).

2.3. Identificación y caracterización de los sistemas silvopastoriles en el estado y en la Sierra de Tabasco.

2.3.1. Sistemas silvopastoriles del estado de Tabasco

Para caracterizar los principales sistemas silvopastoriles del estado de Tabasco se identificaron potreros con sistemas silvopastoriles en toda la entidad. Para localizar e identificar los potreros, se trazaron rutas en cada uno de los 17 municipios que conforman el estado, tomando como guía los mapas de tipos de vegetación (pastizal y sabana) y plantaciones agrícolas (cítricos, maderables, coco, palma de aceite y otras) con posibilidades de presentar asociaciones de tipo agroforestal pecuario. Se exploraron e identificaron potreros cercanos a las carreteras, caminos, terracerías, veredas o brechas recorridas. La identificación y clasificación de los SSP se hizo con base en la propuesta de Pezo e Ibrahim (1999).

Una vez identificados los potreros, se registró su superficie, características y componentes principales (tipo de SSP, especies herbáceas y arbóreas más importantes). Con base en el conteo e identificación de los árboles, los cercos vivos (CV) y los árboles dispersos en potreros (ADP) se clasificaron como mono o multiespecies.

2.3.2. Sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco

El reconocimiento y caracterización de los sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco fue una continuación del estudio de identificación y caracterización de los sistemas silvopastoriles en todo el estado. Con base en los resultados de la

investigación a nivel estatal, en donde se encontró que en la Sierra de Tabasco los dos principales SSP fueron los cercos vivos y los árboles dispersos en potreros, se hizo la evaluación y caracterización particular de ambos sistemas. La metodología general para desarrollar ambos trabajos se describe a continuación.

Cercos vivos

El estudio de cercos vivos se hizo en 30 potreros representativos de la región, localizados en los cuatro municipios que la integran (Teapa, Tacotalpa, Jalapa y Macuspana). En cada uno de los potreros seleccionados se hizo la evaluación de los cercos vivos mediante un procedimiento de evaluación rápida, basado en las recomendaciones de Pérez (2007). Dicha metodología consistió en delimitar y evaluar en cada uno de los potreros de uno a seis transectos de 10 m de largo, siguiendo la orientación del cerco. En cada uno de los transectos delimitados se midió la distancia entre los árboles. La distancia entre los árboles se midió con cinta métrica, y el contorno de los potreros se midió con un distanciómetro electrónico y/o cinta métrica. El diámetro a la altura del pecho de los árboles se midió con cinta diamétrica, mientras que su altura total se midió con el distanciómetro electrónico. Toda la información recabada se registró en un formato diseñado para tal fin.

Además de las mediciones hechas a los árboles de cada uno de los transectos, se contaron e identificaron todos los árboles presentes en los cercos

vivos de los potreros evaluados. La identificación de los árboles se hizo con el apoyo de un guía de la región.

Árboles dispersos en potreros

Para evaluar los árboles dispersos se seleccionaron 23 potreros en pastoreo, en los que el componente arbóreo fue visualmente importante y con distribución homogénea.

En los potreros seleccionados se inventariaron e identificaron todos los árboles dispersos, considerando los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor de 10 cm. Los árboles se identificaron en el campo con la ayuda de un guía de la zona. En cada uno de los árboles se registró su DAP y su altura total. El DAP se midió con cinta diamétrica, mientras que la altura se obtuvo mediante el uso de un medidor electrónico láser de distancias marca Bushnell, con una sensibilidad de +/- un metro en mediciones de 457 m. Con dicho aparato también se midió el perímetro de los potreros, con lo cual se obtuvo su superficie total.

Adicionalmente se recolectó información entre los productores sobre los usos comunes de las principales especies arbóreas en la zona.

La posible afectación de la producción de forraje por la presencia de árboles, se determinó con base en el porcentaje de árboles en los potreros en los que se

observó disminución en el crecimiento del pasto debajo de sus copas o cerca de ellos; se establecieron cuatro niveles de afectación: muy bajo, bajo, moderado o importante cuando 0-10, 11-20, 21-30 y 31-40 % del total de árboles, respectivamente, presentaron dicha condición.

Durante las evaluaciones en los potreros también se registraron otros indicadores de los árboles (por ejm. edad, tamaño y forma de sus copas) que eventualmente podrían interferir en el crecimiento del pasto.

En el Anexo 1 se presentan las coordenadas geográficas de localidades en las que se hicieron evaluaciones de cercos vivos o de árboles dispersos en potreros

Análisis de la información

Los datos del inventario y mediciones de los árboles se analizaron mediante estadística descriptiva, con el uso del programa Excel. Con la información obtenida se calculó la densidad y frecuencia de los ADP en los potreros.

Para conocer la diversidad de los árboles dispersos en los potreros, se calcularon los índices de diversidad de Shannon y Simpson; ambos índices se obtuvieron individualmente y para el conjunto de los 23 potreros estudiados.

El índice de Shannon (H') se obtuvo mediante la fórmula $H' = - \sum (n_i/N) \ln (n_i/N)$, donde n_i representa el número total de individuos de la especie i , N es el número total de individuos de todas las especies y n_i/N es la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (o sea la abundancia relativa de la especie i), mientras que $\ln n_i/N$ es el logaritmo natural del valor de la abundancia relativa de la especie i (Moreno, 2001).

El índice de Simpson (D) se calculó mediante la fórmula $D = \sum n_i (n_i - 1) / (N(N - 1))$, en la que n_i es el número total de individuos de la especie i y N es el número total de individuos de todas las especies (Moreno, 2001).

2.4. Identificación de los árboles forrajeros de los sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco

La identificación de las arbóreas forrajeras en los sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco, se basó en la información y conocimiento de los productores de las arbóreas encontradas en los cercos vivos y árboles dispersos en potreros, con énfasis en las especies de las que se tiene conocimiento son consumidas por los bovinos.

En la identificación de las arbóreas forrajeras no se incluyeron el cedro (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Swietenia microphylla*), especies que aunque tienen usos forrajeros, su principal importancia en SSP de otras regiones tropicales del país o del mundo, es como maderables.

Con base en los criterios señalados, se elaboró una lista inicial en la que se incluyeron las principales especies forrajeras encontradas.

2.5. Selección, colecta y evaluación de arbóreas con potencial para la alimentación animal y el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco

La selección, colecta y evaluación de las arbóreas forrajeras promisorias en la Sierra de Tabasco, se basó en la lista inicial de las especies forrajeras encontradas en los dos principales sistemas silvopastoriles regionales (cercos vivos y árboles dispersos en potreros).

Para seleccionar las arbóreas con mayor potencial para el desarrollo de los sistemas silvopastoriles en la región, se consultaron las especies forrajeras en la Agroforestree Database (WAC, 2010), así como la lista de especies de árboles apropiadas para la agroforestería en el neotrópico propuesta por Wadsworth (2000).

En algunos casos fueron útiles varios de los criterios empleados para la conservación de la flora amenazada en fincas ganaderas, particularmente algunos de los relacionados con la vulnerabilidad de la especie a la extinción, específicamente las especies que se encuentran en densidades poblacionales bajas y las especies con potencial económico importante (Calle y Piedrahita, 2009).

De manera similar a la identificación de las arbóreas forrajeras en la etapa precedente del estudio, en la selección final se excluyeron el bojón (*Cordia alliodora*), el barí (*Calophyllum brasiliense*) y la bellota (*Sterculia mexicana*), especies con algún valor forrajero pero de principal uso maderable en la propia región y en SSP tropicales de otras regiones del país o del mundo. Tampoco se incluyeron especies con usos importantes en la medicina tradicional como *Cecropia obtusifolia* y *Haematoxylon campechianum*, u otras como *Ceiba pentandra*, cuyo principal interés forrajero se centra en la pasta residual después de la extracción del aceite de sus semillas. No se consideraron el pochote (*Cochlospermum vitifolium*) y el capulín (*Muntingia calabura*), árboles que aunque son consumidos por el ganado, son mayormente conocidos por su importancia para la alimentación de la fauna silvestre, además de diversos frutales como la anona (*Annona muricata*), naranjo (*Citrus sinensis*), mango (*Mangifera indica*), guayaba (*Psidium guajava*) y el tamarindo (*Tamarindus indica*), los cuales en su mayoría son sembrados por los agricultores.

Una vez seleccionadas las especies, se elaboraron fichas o guías para cada una de ellas. En las guías se resume la información más sobresaliente sobre las características biológicas y ecológicas de cada una de las especies; también se incluyeron consideraciones básicas para su uso como forrajeras como su valor nutricional y composición química, además de otros aspectos como su tolerancia a la poda o su potencial para la producción de biomasa, requisitos recomendados para que los árboles o arbustos puedan calificarse como forrajeros (Benavides, 1994).

2.6. Composición química de arbóreas forrajeras seleccionadas de la Sierra de Tabasco.

Se colectaron muestras de follajes (hojas + pecíolos) y algunos frutos de cada una de las especies estudiadas. Los follajes se obtuvieron a varias alturas en árboles en etapa vegetativa. A las muestras se les determinó la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y cenizas con base en la metodología de la AOAC (1990). Se determinaron las fracciones de fibra (fibra detergente neutro FDN y fibra detergente ácido) con base en Van Soest y Wine, 1967; 1968 y Van Soest *et al.* (1991); también se evaluó la digestibilidad *in vitro* de la MS de acuerdo a Tilley y Terry (1963). Todos los análisis se hicieron por duplicado.

2.7. Contenido de compuestos tóxicos y/o antifisiológicos en especies arbóreas de la Sierra de Tabasco.

La determinación de los principales compuestos tóxicos-antifisiológicos se realizó en follajes de árboles forrajeros seleccionados en etapa vegetativa. Las determinaciones fueron cualitativas e incluyeron la detección de la presencia de taninos, alcaloides, saponinas y glucósidos cianogénicos.

La presencia de alcaloides y taninos (como ácido tánico), se determinó usando la técnica descrita por Domínguez (1979), y los glucósidos cianogénicos mediante una técnica cualitativa descrita por la AOAC (1980). La determinación de saponinas se hizo con el método del índice de espuma descrito por Galindo *et al.* (1989). Para especificar la presencia o ausencia de los diferentes metabolitos se utilizó la

calificación cualitativa con base en el sistema de cruces siguiendo los criterios: presencia cuantiosa o abundante (+++), presencia notable (++) , presencia leve o baja (+) y ausencia (--). Todas las pruebas cualitativas se realizaron por triplicado.

2.8. Comportamiento de ovinos alimentados con follaje de leguminosas arbóreas tropicales y pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

Para evaluar el valor nutricional del follaje de especies arbustivas y arbóreas seleccionadas, se alimentaron ovinos con follajes de tres leguminosas arbóreas y pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*). Con dicho objetivo se realizó un experimento en las instalaciones del Centro Regional Universitario del Sureste localizado en el municipio de Teapa. Dieciséis borregos Pelibuey machos en crecimiento, sin castrar, con un peso vivo inicial de 16.2 kg se alojaron aleatoriamente en corrales. El experimento se hizo con base en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Los tratamientos evaluados (con base a materia seca) fueron: T1= 100 % pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) (PT) picado; T2= 50 % hojas de *Erythrina* sp. (HE) + 50 % PT; T3= 50 % hojas de *Gliricidia sepium* (HGS) + 50 % PT y T4= 50 % hojas de *Erythrina poeppigiana* (HEP) + 50 % PT. *Erythrina* sp. y *Gliricidia sepium* son nativas de la región, mientras que *Erythrina poeppigiana* es introducida, y fueron seleccionadas con base en su disponibilidad en el sitio en el que se realizó el experimento, El pasto Taiwán fue cortado y picado, mientras que los follajes de las leguminosas arbóreas se suministraron enteros. El período experimental fue de 45 días. Los análisis químicos incluyeron la determinación de proteína cruda (PC) y cenizas (AOAC, 1990) en todos

los forrajes utilizados. También se determinó el contenido de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), celulosa y lignina con base en Goering y Van Soest (1970), Van Soest y Wine (1967; 1968) y Van Soest *et al.*, (1991).

3. RESULTADOS

3.1. Caracterización del medio natural de la Sierra de Tabasco para el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles

Geología.

La geología que dio origen a la región de La Sierra de Tabasco es más antigua que la que conformó el resto del territorio tabasqueño. Estructuralmente presenta algunos aspectos complejos, pues el patrón de las estructuras indica una evolución paleogeológica compleja. Esta región ha sido configurada a partir de montañas plegadas que se han formado previamente, por un grueso paquete de calizas del Cretácico Superior y por rocas del Terciario Inferior. La adición de rocas volcánicas andesíticas, permite un rejuvenecimiento incipiente en el área (Cámara, 1999).

Históricamente, es muy probable que durante el Jurásico la región de estudio, junto con el de todo Tabasco, estuviera ocupada por mares someros: los materiales que conforman la región de la Sierra, que son los más antiguos de Tabasco, son

rocas carbonatadas (calizas) de origen marino, de plataformas, con fósiles índices del Albiano y están fracturadas y fuertemente dolomitizadas (Cámara, 1999).

Estratigráficamente se observan depósitos concordantes del Paleoceno, que presentan alternancias rítmicas de capas clásticas (lutitas-areniscas) y de carbonatos y arcillas (calizas-lutitas), junto con algunas calizas arcillosas fosilíferas. Estas presentan variaciones laterales a estratos alternantes de calizas y lutitas. Durante el Eoceno, en un ambiente litoral sobre los depósitos anteriores, se acumularon algunas capas clásticas de espesor variable (areniscas, lutitas, limolitas y conglomerados), con algunas intercalaciones de calizas. En el Oligoceno sobre los depósitos eocénicos se acumulan depósitos de caliza de plataforma con marcadas influencia terrígena y alternancias de lutitas, areniscas, calizas y margas. Existen evidencias de un brusco levantamiento del terreno de aporte y de una rápida deposición de material clástico, que contiene fragmentos de rocas ígneas dispuestos en forma caótica (Cámara, 1999).

Fisiografía y geomorfología.

La fisiografía de la porción sur de la región de estudio se caracteriza por una serie de cordones montañosos orientados hacia el noroeste, separados por valles sinclinales intermontanos angostos, que conservan la misma orientación de las estructuras de plegamiento y dislocación. Esta área es lo que propiamente se puede identificar como la región de La Sierra de Tabasco.

El relieve originalmente nivelado como consecuencia de las deposiciones marinas y litorales del Terciario Inferior, aparece dislocado en bloques, según fallas transcurrentes sinestrales que han definido valles tectónicos y anticlinales sinclinales, labrados en rocas clásticas (INEGI, 1986). Aquí se pueden distinguir elementos geomorfológicos de cimas anticlinales, fallamientos o laderas casi verticales y valles (en su mayoría alargados e intermontanos), que por su origen se clasifican en tectónicos y anticlinales. Las geoformas de éstos últimos pueden evolucionar para formar coluvios, diluvios, terrazas aluviales o antiguas vegas de río y terrazas fluviales o vegas de río que durante los períodos lluviosos son susceptibles de inundación (Cámara, 1999).

En forma aislada, al sur de Tacotalpa y en el cerro del Tortuguero en Macuspana, se presenta una asociación del relieve serrano anteriormente descrito con fenómenos cársticos. Alrededor de Poaná en Tacotalpa, son numerosas las muestras de los carstos tropicales o mogotes. Al sur de Buenavista y Zopo Norte, en Macuspana, se observa un área de dolinas.

En Teapa, hacia el noreste del cerro del Madrigal y hasta Zunú y Patastal, y en Tacotalpa, también al noreste de la sierra de Poaná, en Pochitocal, Lomas Alegres, Paso Mono y Agua Blanca, se encuentra una fisiografía caracterizada por lomeríos formados *in situ* y valles abiertos que ocupan un área similar a la zona de sierra anteriormente descrita (Cámara, 1999).

Hidrología.

En el área de estudio los aspectos geológicos, fisiográficos y geomorfológicos, tienen una estrecha interrelación con la hidrología regional: los tres aspectos mencionados han sido afectados por una intensa erosión hídrica, que a su vez, ha sido controlada parcialmente por los sistemas de fallas transcurrentes y que aparecen disectados por profundos cañones y gargantas. También existe un intenso drenaje subterráneo propiciado por el intenso fracturamiento y disolución del paquete rocoso de naturaleza carbonática (Cámara, 1999).

West *et al.* (1976) describen al "Sistema del Sierra", como uno de los sistemas fluviales menores marginales a las corrientes importantes de la entidad. Consideran que ocupa una posición entre el Mezcalapa y el Usumacinta y desagua solo una estrecha zona de la ladera de las colinas de 5 180 km² y con un volumen de 5,856 millones de m³ anuales.

Otros dos ríos importantes en el área de estudio son el Tulijá y el Puxcatán (o Macuspana). El primero de ellos drena una cuenca superior a los 2,876 km² y en Salto de Agua (Chiapas) se ha determinado que tiene un escurrimiento anual de 6,509.3 millones de m³. El Puxcatán, por su parte, drena una cuenca de 1,739 km² y su escurrimiento anual determinado en la ciudad de Macuspana es de 7,221.9 m³ (SRH, 1969, citada por Cámara, 1999)).

Además existen numerosas corrientes superficiales que discurren por la región, las cuales son afluentes de uno u otro de los ríos mencionados. En el cuadro 1 se enlistan las principales subcuencas y ríos que drenan o discurren en el área de estudio.

Cuadro 1. Subcuencas hidrológicas y ríos de los municipios de Macuspana, Tacotalpa y Teapa.

Municipio	Subcuenca hidrológica	% de la superficie municipal drenada	Ríos
Macuspana	Río Macuspana	27.79	Puxcatán, Chinal
	Río Tulijá	4.18	Tulijá
	Río de La Sierra	7.60	Chichilté, Puyacatengo, San Nicolás
	Río Tacotalpa	43.55	Tacotalpa - La Sierra, Poaná, San Agustín,
Tacotalpa	Río Almandro	13.05	Almandro, Amatán, Tacubaya, Libertad, La Cuesta, Noipac
	Río Puxcatán	28.10	La Palma – Puxcatán, Nava,
	Río Macuspana	5.45	Chinal
	Río Pichucalco	46.00	Pichucalco, EL Azufre – Blanquillo, Jobo, Sáuz,
Teapa	Río de La Sierra	53.41	Teapa, Puyacatengo
	Río Tacotalpa	0.59	Ogoiba

Fuente: Cámara, 1999

Clima

Temperatura.

La temperatura media mensual de las estaciones meteorológicas de los tres municipios de interés y de otras cercanas a la zona de estudio se presenta en el Cuadro 2.

Todas las estaciones meteorológicas anotadas tienen aproximadamente la misma elevación (menos de 100 msnm) y están a menos de 50 kilómetros una de otra. Las estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio (Oxolotán, Puyacatengo y Tapijulapa) muestran una variación de 1.5° C en su temperatura media anual (cuadro 2), con un promedio de 26.4° C. Por su parte, el promedio de temperatura en las estaciones de las cabeceras municipales, localizadas prácticamente en la planicie aluvial de Tabasco, es de 26.7° C.

Cuadro 2. Temperatura media mensual de las estaciones meteorológicas en municipios de la sierra de Tabasco.

Estación	Período de registro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media anual
Oxolotán	1975-1995	22.5	23.4	25.8	27.6	29.2	28.4	27.8	27.9	27.3	25.7	23.9	22.8	26.0
Puyacatengo	1975-1994	22.3	23.2	25.2	27.4	28.7	27.9	27.5	27.4	27.0	26.0	27.5	23.0	25.9
Tapijulapa	1975-1995	22.9	23.6	25.7	27.6	29.2	28.6	28.1	27.9	27.5	26.4	25.1	22.6	27.4
Estación	Años de registro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media anual
Macuspana	12	22.9	24.1	25.9	27.9	29.0	28.6	27.9	28.3	27.9	27.2	24.9	23.1	26.5
Tacotalpa*	37	22.0	22.9	25.1	27.3	28.6	28.1	27.5	27.4	27.8	25.8	24.3	22.8	26.8
Teapa	36	22.0	23.0	24.7	26.3	27.4	28.9	28.2	28.6	28.3	27.1	25.1	23.8	26.9

* García (1981) no reporta temperaturas para Tacotalpa. Se utiliza la temperatura reportada por INEGI (1997b) para la estación meteorológica de Dos Patías, cercana a la cabecera municipal.

Fuente: (INEGI, 1997a, 1997b, 1997c; García, 1981)



Figura 1. Temperatura media anual en los municipios de la región de la Sierra y en el estado de Tabasco (OEIDRUSTAB, 2010).

Con base en lo anterior, y los registros de las demás estaciones presentados en el Cuadro 2, se tiene que el promedio de temperaturas medias anuales en la zona de estudio es de 26.6° C, con pocas diferencias entre el más frío y el más cálido y que van de 5.4 a 6.7° C.

Los meses de diciembre, enero y febrero es la temporada menos cálida del año, mientras que la temporada de abril a septiembre es la más calurosa. En el mes de julio se presenta la canícula, fenómeno que puede llegar a tener algunas implicaciones importantes en las actividades agropecuarias de la zona (Cámara, 1999).

Precipitación

El volumen de la precipitación mensual de las estaciones meteorológicas en la zona de estudio se presenta en el Cuadro 3.

Las precipitaciones se incrementan hacia el sur, debido a efectos de barrera orográfica, pero considerando los 3 900 milímetros de precipitación anual que se registran en Teapa y los más de 4 000 que se presentan en Puyacatengo, se puede considerar que 2500 a 3 500 milímetros anuales son las precipitaciones representativas del área de estudio.

Marzo y abril son los dos meses con menor precipitación. La precipitación del mes más seco (abril en todos los casos), va de 76.3 a 141.4 mm. En septiembre, el mes más lluvioso, la precipitación va de 418.9 a 612.4 mm.

Cuadro 3. Precipitación pluvial mensual y anual (mm) de los municipios de Macuspana, Tacotalpa y Teapa y de estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio.

Estación	Años de registro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Macuspana	34	146.9	101.2	85.3	76.3	163.1	284.4	218.5	259.0	418.9	367.4	211.5	197.9	2,530.4
Tacotalpa	17	149.7	137.5	105.5	89.3	176.7	324.8	334.6	341.4	579.5	434.9	219.6	211.7	3,100.2
Teapa	37	319.2	233.5	184.4	141.4	233.8	351.2	354.7	386.0	588.4	486.9	333.7	306.2	3,900.4
Oxolotán		254.1	210.6	151.0	121.1	195.9	376.4	244.3	314.6	479.6	461.0	314.5	290.5	3,413.6
Puyacatengo		319.7	270.5	170.0	136.6	219.3	387.4	284.2	390.1	612.4	517.7	393.8	352.8	4,054.5
Tapijulapa		252.2	141.8	150.0	136.7	201.0	355.7	273.2	360.4	527.9	503.2	319.4	259.6	3,481.1

Fuente: INEGI, 1997a; 1997b; 1997c; García, 1981



Figura 2. Precipitación total anual en la región de la Sierra y en el estado de Tabasco (OEIDRUSTAB, 2010)

Caracterización edafológica de la zona

Suelos

Clasificación del Suelo

En la zona de estudio los principales tipos de suelos son: rendzinas, luvisoles, litosoles, acrisoles, vertisoles y regosoles, los cuales se presentan en áreas con relieves desde suaves hasta abruptos (INEGI, 1986).

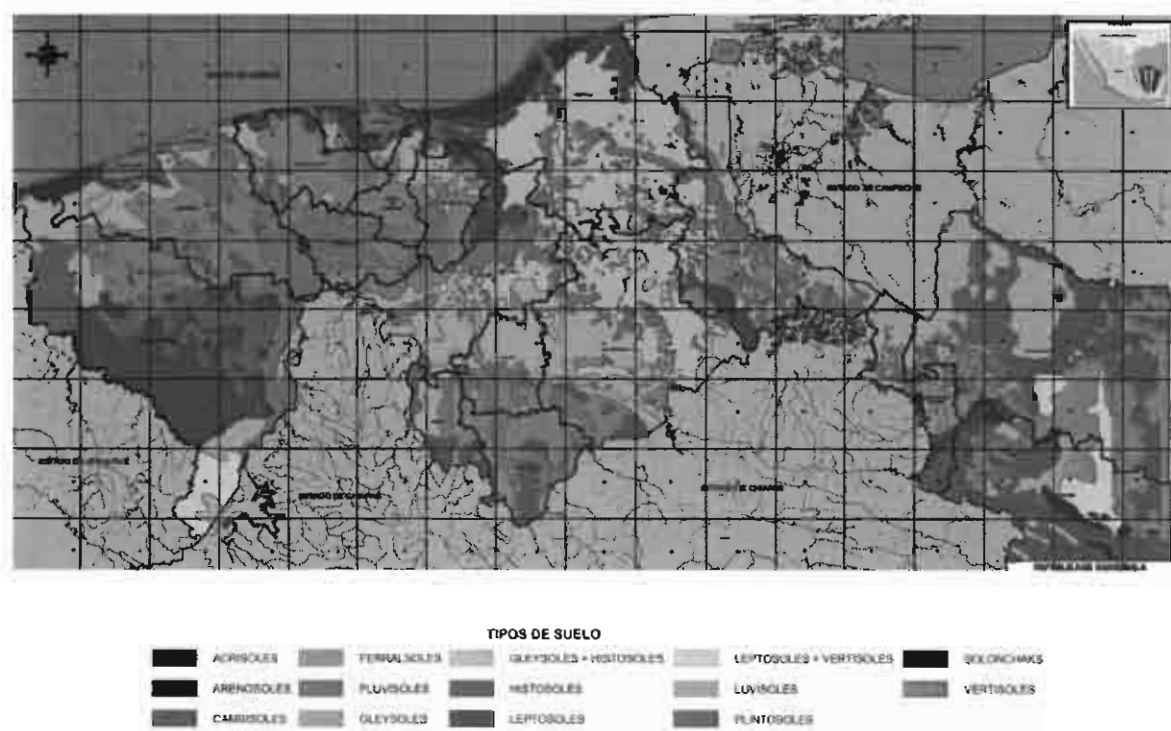


Figura 3. Tipos de suelo en los municipios de la región de la Sierra y en el estado de Tabasco (OEIDRUSTAB, 2010).

Usos del Suelo

En la Sierra de Tabasco se presentan dos principales patrones de usos del suelo; en las áreas con topografía abrupta existen relictos de la vegetación arbórea original, principalmente la selva alta perennifolia de ramón (López, 1980), o la selva alta y mediana subperennifolia con base en López (1994). En las laderas se localizan sitios sometidos a tumba-roza-quema para el cultivo de maíz, mientras que en las partes bajas existen pastizales introducidos en los que se realiza el pastoreo extensivo principalmente de ganado bovino.

En los relieves más suaves, aunque prácticamente la totalidad de la vegetación original se ha eliminado, se localizan acahuales (vegetación secundaria) de diferentes edades (la mayoría jóvenes). El área restante también se destina al pastoreo de bovinos (Cámara, 1999).

Vegetación

En la región originalmente existían nueve tipos de vegetación, entre los que se encontraban cuatro tipos de selva alta: Selva alta perennifolia de canshán y chakté; Selva alta perennifolia de pío; Selva alta perennifolia de ramón y Selva alta perennifolia de canshán, ramón y huapaque, junto con dos tipos de selva mediana: Selva subperennifolia de corozo, guano yucateco y huapaque y Selva mediana perennifolia de canacoíte, que se complementaban con los tipos vegetativos de

Encinar tropical, la Sabana de tachicón y nance y las Comunidades de hidrófilas (López, 1980) (Cuadro 4).

Para los tipos de vegetación señalados, once especies arbóreas eran las más representativas. De las once especies, en el presente estudio se encontraron en los potreros únicamente cuatro de ellas (Cuadro 5).

Las especies arbustivas y arbóreas son un componente de la vegetación actual en el estado; el recuento de dicho componente motró un total de 300 especies, la gran mayoría de ellas nativas.

En el Anexo 2 se presenta una lista preliminar de las especies arbustivas y arbóreas del estado de Tabasco.

Cuadro 4. Principales tipos de vegetación originalmente identificados en los municipios de la Sierra de Tabasco.

Tipo vegetativo	Municipios			
	Macuspana	Jalapa	Teapa	Tacotalpa
Selva alta perennifolia de Canshán y Chakté	X			
Encinar Tropical	X			
Sabana de Tachicón y Nance	X			
Selva mediana subperennifolia de corozo, guano yucateco y huapaque	X	X		
Selva alta perennifolia de pio	X	X	X	X
Selva mediana perennifolia de canacoíte	X	X	X	X
Selva alta perennifolia de ramón	X		X	X
Selva alta perennifolia de canshán, ramón y huapaque			X	
Comunidades de hidrófitas		X		

¹elaborado con base en López, 1980.

Cuadro 5. Especies arbóreas representativas en los principales tipos de la vegetación original de la Sierra de Tabasco¹.

N. común	N. científico	Familia Botánica
Canshán	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae
Chakté*	<i>Sweetia panamensis</i>	Leguminosae
Encino*	<i>Quercus</i> sp.	Fagaceae
Tachicón	<i>Curatella americana</i>	Dilleniaceae
Nance*	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae
Corozo*	<i>Scheelea liebmanni</i>	Arecaceae
Guano yucateco	<i>Sabal yucatanica</i>	Arecaceae
Huapaque	<i>Dialium guianense</i>	Leguminosae
Pío	<i>Licania platypus</i>	Chrysobalanaceae
Canacoíte	<i>Bravaisia integerrima</i>	Acanthaceae
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae

¹con base en López, 1980; * especies encontrados en éste estudio

3.2. Características generales de la ganadería bovina y ovina en la Sierra de Tabasco

Ganadería bovina

Características generales e indicadores productivos

La ganadería bovina en la región de la Sierra, como en el resto del estado, es predominantemente extensiva, y se basa en el pastoreo de gramíneas, la mayoría de ellos introducidas (Cuadro 6), en los que se manejan cargas animales de 1 a 2.5 cabezas/ha, que pueden aumentar si los pastos se fertilizan.

Como resultado de las políticas de desarrollo en el sureste del país, la producción bovina tabasqueña tuvo un fuerte impulso de 1960 a 1980; sin embargo, debido a diversos factores como la falta de apoyos crediticios, las importaciones de carne de res barata al país y la disminución del precio del ganado, en los últimos años su crecimiento ha decaído, por lo que la producción estatal se ha reducido.

Los principales sistemas de producción de bovinos son el sistema de cría (en el cual el objetivo es producir becerros a partir de un pie de cría), la producción de doble propósito (llamada localmente rejeguería) y finalmente la engorda de novillos, que consiste en la compra de becerros o los producidos en el propio rancho. Un cuarto sistema de producción es la cría de sementales, actividad muy especializada que se realiza por un reducido número de ganaderos, por lo que es de importancia relativa dentro del conjunto de la actividad ganadera en el estado. La ganadería de

cría la practican casi todo tipo de productores, pero con mayor énfasis los ganaderos pequeños y medianos. En la ganadería de doble propósito el criterio para su dominancia es la existencia de infraestructura de carreteras y caminos para comercializar la leche, y es practicada por productores grandes, medianos y pequeños. La engorda la realizan generalmente grandes productores, debido a que en muchos casos se requiere la compra de becerros, lo que no pueden hacer muchos de ellos, únicamente los que tienen más posibilidades de capital, mejores tierras y condiciones. Los animales que se engordan tienen bajas ganancias de peso, por lo que salen al rastro a una edad de 3.5 a 4.5 años

En la ganadería bovina de doble propósito, uno de los principales sistemas de producción bovina en la Sierra y en el estado de Tabasco, los indicadores productivos y reproductivos muestran porcentajes de natalidad de 50 a 60 %, pesos al destete de 150 kg., edades al destete de 8 meses o más, con mortalidades de terneros de 10-15 %; los intervalos entre partos son de 18 meses o más, con producciones promedio de leche diarios de 3.5 litros/vaca y de más de 500 a más de 700 litros de leche por lactancia, con duración de la lactancia de seis a siete meses.

El nivel tecnológico de la producción de bovinos es bastante reducido, con una tasa de natalidad baja. Hay una elevada mortalidad de becerros, lo que significa que de 50 o 60 becerros por cada 100 vacas, en un año se mueren 5 o 10.

Ganadería ovina

En Tabasco la producción ovina estatal ha crecido en los últimos años; en el período 1970-1991 tuvo un importante aumento, con una tasa de incremento anual mayor a 20 %, para un total de 53 941 ovinos en la entidad (INEGI, 1991)

Los principales sistemas de producción ovina en Tabasco son el extensivo y el semitecnificado o tecnificado. Por el número de explotaciones, el sistema extensivo es el más importante, y frecuentemente combina la producción agrícola, ovina, bovina y la cría de otras especies como aves y cerdos de traspatio, con una escasa reinversión económica y baja utilización de insumos externos. Los rebaños son de menos de 50 animales, bajas cargas animales, los corrales son rústicos y están contruidos con materiales de la región, con una producción de autoconsumo y venta. Los animales están encastados principalmente de Pelibuey y Blackbelly, y pastorean en pastizales naturales e introducidos, mientras que el manejo de la alimentación, reproducción, desparasitación y vacunación de los ovinos no son prácticas comunes por muchos de los productores. En el sistema extensivo, la gran mayoría de productores son de estratos socioeconómicos medios o bajos.

La producción ovina extensiva se realiza comúnmente en las regiones fisiográficas de sierra y lomeríos, a diferencia de los sistemas más tecnificados que se desarrollan principalmente en zonas de planicie y lomeríos, en terrenos con mayor infraestructura y de mejores características. Dos problemas comunes que enfrentan las ganaderías bovina y ovina son la comercialización y el uso y conservación de los

recursos naturales; en éste último aspecto se requiere generar alternativas sostenibles de producción (Nuncio *et al.*, 2001).

Cuadro 6. Principales pastos cultivados en el estado de Tabasco

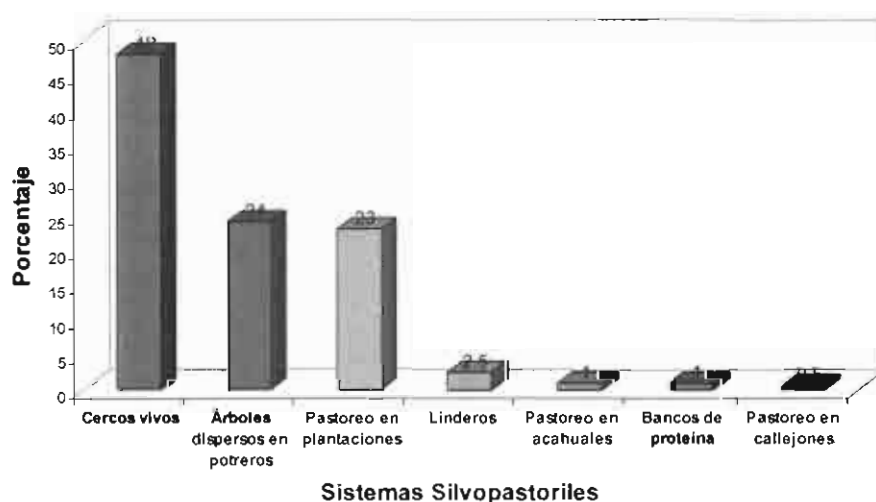
N. común	N. científico	Origen	Suelos donde prospera	Época de Siembra	Método de siembra	Carga animal ¹ Cabezas/ ha
Alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	Native	Arcillosos inundables	Junio a enero	Estacas o cepas	1-2 2-4*
Bigalla	<i>Hemarthra altissima</i>	Introducido	Arcillosos de inundación permanente	Junio a octubre	Estolones	1-1.5 3*
Chontalpo	<i>Brachiaria decumbens</i>	Introducido	Ácidos, franco arenosos de buen drenaje	Junio a julio o febrero	Semillas o cepas	1-2.5 3.5*
Egipto o Pará	<i>Brachiaria mutica</i>	Introducido	Arcillosos inundables	Junio a enero	Estolones	1-1.5 2.5*
Estrella de África	<i>Cynodon plectostachyus</i>	Introducido	Amplia variedad, de preferencia franco-arcillosos	Junio a febrero	Estolones o cepas	1.5-2 3-4.5*
Guinea. zacatón o privilegio	<i>Panicum maximum</i>	Introducido	Franco arcillosos y franco arenosos	Junio a noviembre	Semilla	1-1.5 2-3*
Humidicola	<i>Brachiaria humidicola</i>	Introducido	De preferencia ácidos de texturas francas; crece en texturas pesadas de lento drenaje	Junio, julio, septiembre	Estolones o semilla	1-2.5 2.5-5*
Insurgente	<i>Brachiaria brizantha</i>	Introducido	Franco arcillosos de buen drenaje	Junio, julio, septiembre	Semilla o cepas	1.5 3*
Gigante o elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	Introducido	Profundos de buen drenaje, texturas franca y franco arcilloso	Junio a febrero	Cepas o estaca	2-2.5 4-4.5*

*Las cargas más altas son para pastos fertilizados. Elaborado con base en Meléndez (1998) e investigación propia.

3.3. Identificación y caracterización de los sistemas silvopastoriles en el estado y en la Sierra de Tabasco

3.3.1. Los sistemas silvopastoriles del estado de Tabasco

Con base en su abundancia, en el estado se identificaron un total de siete SSP (Cercos vivos, Árboles dispersos en potreros, Pastoreo en plantaciones, Linderos, Pastoreo en acahuales, Bancos de proteína y Pastoreo en callejones). Los tres principales fueron los cercos vivos (CV), árboles dispersos en potreros (ADP) y el pastoreo en plantaciones, los cuales representaron el 95 % del total (Gráfica 1). Además de que los cercos vivos y los árboles dispersos fueron los más numerosos, son sistemas tradicionales, por lo que su importancia relativa es mayor en relación a los demás sistemas encontrados.



Gráfica 1. Sistemas silvopastoriles identificados en el estado de Tabasco (N= 246).

Los SSP identificados tienen diferentes características e importancia; a continuación se presentan los aspectos más sobresalientes de cada uno de ellos obtenidos en la presente investigación.

3.3.1.1. Cercos Vivos

Los cercos vivos son el principal SSP, practicado por los productores de manera tradicional, con un manejo y conocimientos empíricos y una amplia distribución; dicho sistema representó el 47.6 % de 246 SSP identificados en las diferentes regiones del estado, con predominancia de cercos vivos formados exclusivamente por especies leñosas, mientras que algunos presentan una combinación de especies leñosas con postes muertos.

Con base en el número de especies que los conforman, se encontraron cercos vivos monoespecies o multiespecies; los primeros incluyen varias especies entre las que sobresalen árboles de cocoíte (*Gliricidia sepium*), moté (*Erythrina* sp.) o zapote de agua (*Pachira aquatica*); mientras que en los multiespecies destacan *Tabebuia rosea*, *Cedrela odorata*, *Bursera simaruba*, *Miconia argentea*, *Ficus* sp. y *Salix chilensis*. En los 117 cercos vivos registrados en las diferentes regiones de la entidad, la mayoría (65.8 %) fueron cercos multiespecie, con el macuillís (*Tabebuia rosea*) como la más importante, mientras que el 34.2 % restante fueron monoespecie, en donde los de cocoíte (*Gliricidia sepium*) representaron el 55%.

Si se considera la altura de las copas de los árboles, se identificaron cercos vivos simples o multi-estratos. En los simples predominan una o dos especies, por ejemplo cocoíte (*Gliricidia sepium*), moté (*Erythrina* sp.) y zapote de agua (*Pachira aquatica*), las cuales se podan a diferentes tiempos (cada 1-2 años), tienen una alta capacidad de rebrote y predomina una sola altura. En los CV multi-estratos se presentan más de dos especies de diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, ornamentales); generalmente una o más de las especies que los conforman no se podan y generan una mayor cobertura durante todo el año.

Los cercos vivos se utilizan mayoritariamente en los sistemas de producción de bovinos en pastoreo con sus diferentes orientaciones y en mucho menor grado en ovinos en pastoreo; la mayoría de los árboles son especies nativas, muchas provenientes de la vegetación natural.

La mayor cantidad de árboles de los cercos vivos son especies multipropósito; entre sus principales usos resaltan los comestibles, maderables, ornamentales, medicinales, artesanales y otros de menor incidencia.

En las zonas inundables sobresalen algunos árboles como el tinto (*Haematoxylon campechianum*), el zapote de agua (*Pachira aquatica*) y el sauce (*Salix chilensis*), mientras que en las zonas altas destacan el chipilcoi o chipilcoíte

(*Diphysa robinoides*), capulín (*Muntingia calabura*) y el tachicón (*Curatella americana*).

Las principales especies arbóreas en los cercos vivos son alrededor de 20, mientras que existen un número igual o mayor que aparecen de forma esporádica.

3.3.1.2. Árboles Dispersos en Potreros

En Tabasco muchos ranchos ganaderos tienen árboles dispersos en potreros, sistema practicado tradicionalmente por los productores, con manejo y conocimientos empíricos y con una amplia distribución, que representaron el 24% del total de SSP identificados; es un sistema que se presenta como un sistema exclusivo en los potreros o en forma simultánea con los cercos vivos.

La diversidad de árboles dispersos en los potreros comprende la presencia de árboles de la selva original, diversos frutales nativos o naturalizados, árboles altos y frondosos que ofrecen sombra, y de manera notable especies maderables, además de otras importantes por sus características de adaptación y otros usos particulares.

Los árboles dispersos son especies multipropósito que ofrecen diversos productos y servicios para la finca como madera, postes, estacas, leña, frutos y otros alimentos para el consumo humano y animal, artesanías, tinturas, medicina y sombra para los animales; la venta de algunos de los productos señalados genera ingresos

adicionales a los productores, y es particularmente importante en el caso de la madera y los frutales.

Se encontraron potreros con predominancia de una sola especie en 48,3% de los casos, con el árbol de macuilís (*T. rosae*) como la especie mas común en este tipo de potreros. Los potreros con ADP de múltiples especies representaron un porcentaje menor, y en ellos el cedro (*Cedrela odorata*) fue una de las especies más comunes.

También es relativamente común la presencia de palmas como especies dispersas en los potreros; algunas de las más importantes se incluyen en el Cuadro 7.

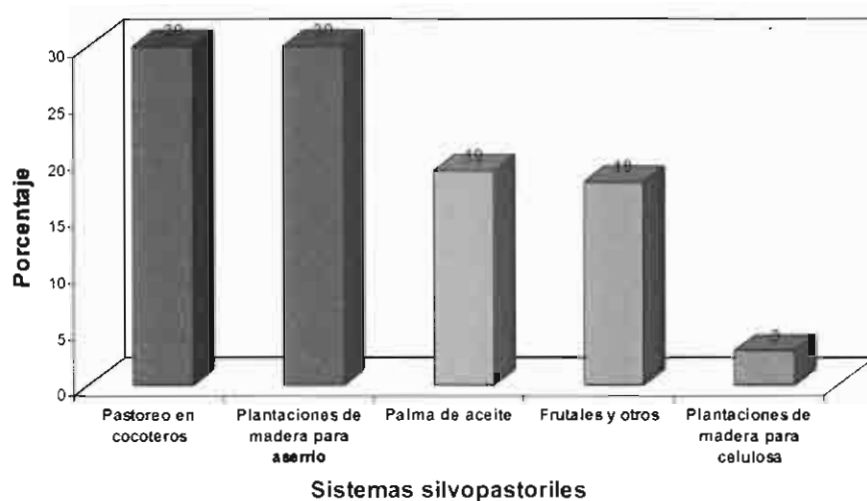
Cuadro 7. Principales palmas dispersas en potreros del estado de Tabasco

N. común	N. científico
Corozo	<i>Scheelea liebmanii</i> Becc
Coyol o cocoyol	<i>Acrocomia mexicana</i> Karw .ex Mart
Tasiste	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>
Palma de guano	<i>Sabal mexicana</i>
Guano yucateco	<i>Sabal mauritiformis</i>
Palma real	<i>Roystonea regia</i>
Chapaya, chapay o chichón	<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm.
Palma pejibaye	<i>Bactris gasipaes</i>

3.3.1.3. Pastoreo en Plantaciones de Árboles

Como resultado del desarrollo agrícola, en Tabasco existen actualmente diversos tipos de plantaciones arbóreas; la siembra de algunas de ellas se remonta a varias décadas, mientras que las más recientes se han establecido a partir de la promoción de nuevas especies forestales u oleaginosas por los programas estatales y federales de apoyo al sector agropecuario. Las principales plantaciones arbóreas son las plantaciones de maderables (para aserrío o celulosa) (33 %), plantaciones de oleaginosas (principalmente de cocotero y palma africana) (49 %), además de frutales varios y otros cultivos arbóreos (18 %) (Gráfica 2).

En la gran mayoría de las plantaciones anotadas se realiza el pastoreo de animales, por lo que representan SSP; dicha práctica se ha favorecido por motivos económicos o de manejo (por ejemplo la reducción de costos de mantenimiento para el control de malezas o la baja en el precio de los productos de la explotación). Además, situaciones extremas como sequías prolongadas o inundaciones, o por los cambios o adecuaciones en los objetivos, la diversificación o la reconversión de la producción en las plantaciones.



Gráfica 2. Principales sistemas silvopastoriles de pastoreo en plantaciones en Tabasco.

Las especies más importantes para la obtención de madera para aserrío son *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Cedrela odorata*, *Swietenia microphylla*, y en menor medida *Tabebuia rosea*; en las plantaciones se presentan una o varias de las especies mencionadas.



Debido a que en la entidad alrededor del 70% de la superficie está cubierta por pastos orientados a la ganadería, muchas plantaciones se establecieron en áreas ocupadas originalmente por potreros, los cuales presentaban diferentes grados de cobertura y composición botánica, desde pasturas degradadas, invadidas por malezas o con predominancia de gramas nativas e incluso áreas cultivadas con pastos mejorados e introducidos que se destinaron a la actividad forestal. Por lo anterior, y no obstante las labores de labranza en el establecimiento y conservación

de las plantaciones, con el paso del tiempo en muchas de ellas ocurrió la recuperación del componente herbáceo original.

Todo lo anterior, junto con la influencia económica y cultural que la ganadería sigue manteniendo en la entidad, ha ocasionado que diversos ganaderos hayan introducido o reintroducido a sus animales dentro de las plantaciones forestales a diferentes tiempos de vida de la plantación, lo cual ha variado de entre 2 a 3 años, cuando a criterio de los ganaderos los árboles ya resisten la acción directa (defoliación) o indirecta (rascado, pisoteo, etc.) de los animales.

El eucalipto es la principal arbórea cultivada para la producción de celulosa; las principales especies sembradas son *Eucalyptus urophylla* y *E. Grandis*, con una estimación de más de cinco mil has destinadas a dicha actividad.

Las dos principales plantaciones de oleaginosas en Tabasco son la palma de aceite (*Elaeis guinensis*) y el cocotero (*Cocos nucifera*). La primera es una especie cuya siembra ha tenido una fuerte promoción en los últimos años, mientras que las plantaciones de coco datan de hace varias décadas.

Actualmente es posible observar plantaciones de coco con un amplio rango de densidades y distribuciones espaciales en combinación con pastos naturalizados e introducidos, en donde se registra el pastoreo sistemático principalmente de bovinos.

Los principales huertos de frutales en Tabasco asociados a SSP son los cítricos y el mango, aunque también existen otros menos importantes como la guanábana y la papaya.

Otro SSP en plantaciones es el pastoreo en parcelas de hule (*Hevea brasiliensis*), especie cultivada principalmente en los municipios de Huimanguillo, Teapa, Macuspana, Tacotalpa, Jalapa y Tenosique.

El cultivo de hule se ha promovido como una de las mejores alternativas productivas para las regiones tropicales húmedas de México, por su rentabilidad y capacidad de reforestar productivamente las selvas. Uno de los factores que han frenado el desarrollo de las plantaciones huleras en el país, es que los beneficios del cultivo son de mediano y largo plazos, ya que el hule inicia su producción al sexto año, época en la cual requiere una fuerte inversión; la necesidad de esperar seis años para obtener beneficios es complicada para el productor, debido a que el establecimiento de las plantaciones y su mantenimiento representan mucha inversión y porque en el trópico húmedo las malezas crecen rápido y se debe evitar que compitan con el árbol. Lo anterior, sumado a problemas de comercialización, explica en buena medida el fracaso que muchos productores han tenido en sus explotaciones.

Aunque actualmente el pastoreo de ganado en las plantaciones de hule de la entidad no está muy generalizado, su promoción e implementación a un mayor nivel ayudaría a que los productores obtuvieran beneficios adicionales.

3.3.1.4. Árboles en Linderos

Los árboles en linderos son un SSP de presencia relativa en el estado; dicha práctica es un sistema lineal de árboles que se pueden encontrar por dentro (linderos internos) o por fuera del potrero (linderos externos), situados de manera paralela al cerco, de dos a cinco m de distancia de la “lienza” o cerco perimetral propiamente dicho (en el que se encuentra el alambre de púas). En todos los casos detectados, los linderos internos representan antiguas cercas vivas que fueron sustituidas por nuevas “lienzas”, cuando por diferentes circunstancias el productor decidió, o le fue permitido extender algunos metros uno de los lados del polígono de la parcela. Generalmente los linderos internos reciben poco manejo y se caracterizan por una elevada altura y amplia cobertura arbórea, mientras que los externos se establecieron deliberadamente por los productores, y por lo mismo, están conformados generalmente por especies de alto valor maderable (por ejemplo cedro, caoba y melina) que se dejan crecer para su cosecha posterior.

Además de su función como límite entre los potreros, por la ubicación, altura y morfología de la copa, las hileras de árboles de los linderos tanto internos como externos, cubren también una importante función como cortinas rompevientos.

Estos sistemas están muy arraigados en la región, y se utilizan generalmente para la protección de cultivos agrícolas como plátano, papaya, cítricos, mango, cacao, guanábana y otros. Aunque su uso para la protección del ganado no es común, los animales llegan a beneficiarse de manera indirecta, sobre todo cuando en los alrededores de los potreros donde pastorean los animales se establecen árboles de aprovechamiento forestal, que funcionan como barreras contra el viento y la lluvia. Entre las especies más comunes se encuentran *Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, *Cedrela odorata*, *Malvaviscus* sp., *Eucalyptus* sp., *Casuarina* sp., *Cocos nucifera*, *Gliricidia sepium*, *Tabebuia rosea*, *Colubrina* sp. e *Hibiscus rosa-sinensis*.

En los casos en que el cerco perimetral está conformado por cerca viva, el lindero establece una doble cortina rompevientos, con dos estratos de fuste y copa, que incrementan la funcionalidad de la misma.

3.3.1.5. Pastoreo en Acahuales

Los acahuales son sitios en barbecho o descanso con vegetación secundaria en diferentes etapas de desarrollo. Algunos de ellos resultan de la alteración o perturbación de la selva original, mientras que otros se localizan en terrenos utilizados previamente para la agricultura o la ganadería. En ambos casos se presenta el proceso de sucesión vegetal y regeneración de la vegetación durante períodos de tiempo variables, lo que trae como consecuencia la aparición de diversas especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas que se utilizan para distintos

fines, incluida la actividad pecuaria, por lo que se considera como un SSP en el que se aprovecha la sucesión vegetal para la ganadería.

Los acahuales se clasifican de acuerdo al tiempo transcurrido desde que los terrenos se abandonan o se dejan en descanso para permitir el desarrollo de la vegetación, y generalmente se clasifican como jóvenes o maduros.

Otros beneficios de los acahuales son los productos que el ganadero obtiene como madera, postes, estacas, leña y plantas medicinales; además de los beneficios señalados, los acahuales también son importantes para la conservación de la biodiversidad, particularmente de la fauna silvestre.

En Tabasco los acahuales son relativamente comunes en las explotaciones ganaderas, en donde ocupan superficies que van desde menos de una y en casos especiales hasta varias hectáreas; en algunos de éstos los ganaderos conocen, permiten o incluso protegen a diversas especies silvestres regionales como iguanas o monos.

Cuando se presenta una disminución en la disponibilidad de forraje en los potreros, debido a situaciones extremas como sequías prolongadas o inundaciones, el productor introduce a los animales (especialmente bovinos) en acahuales de diversas características, generalmente por períodos cortos de tiempo, en donde las

vacas consumen diversos follajes o frutos de herbáceas o leñosas todavía no conocidos a detalle en la zona.

Además de los acahuals, en Tabasco se presenta otro sistema regional en el que también se aprovecha la sucesión vegetal para la ganadería; éste sistema lo constituyen las áreas con árboles que los ganaderos siembran en pequeños bosquetes, generalmente contiguos a las casas habitación o a las áreas de pastoreo, en los que se produce parte o la totalidad de la madera o leña requerida a nivel de la finca o para la venta, y que además sirven como áreas de protección y sombra para los animales en pastoreo. La superficie de los terrenos bajo éste sistema generalmente no son muy grandes, y en ellos se permite y aprovecha el proceso de sucesión vegetal para los fines señalados, por lo que muchas de las especies que se siembran son leñosas, particularmente árboles.

3.3.1.6. Bancos de Proteína

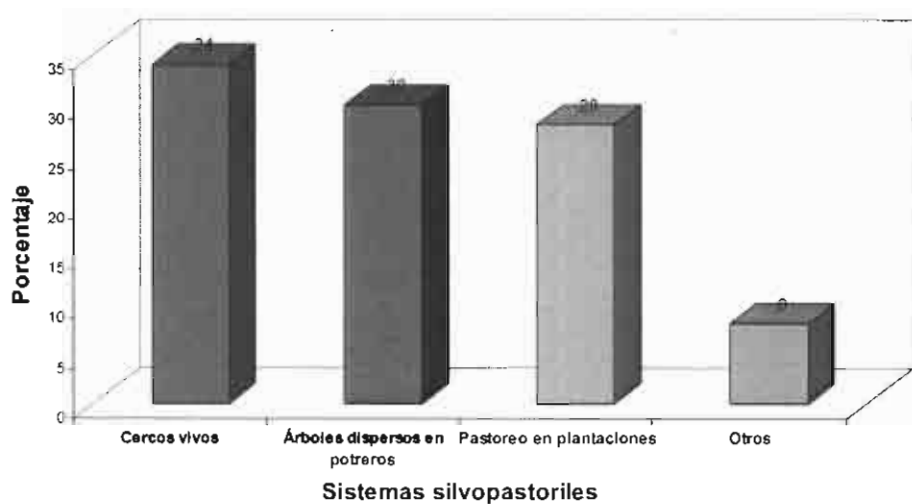
Durante los recorridos se registraron casos aislados de bancos de proteína, los cuales corresponden principalmente a parcelas experimentales en evaluación por diferentes Instituciones y Centros de Investigación. En general es un sistema poco conocido por los ganaderos de la región y por sus características se considera que tiene un alto potencial para desarrollarse en la zona.

3.3.1.7. Pastoreo en Callejones

Junto con los bancos de proteína, el cultivo en callejones es un sistema silvopastoril poco desarrollado en Tabasco, como lo demuestra el hecho que del total de SSP identificados en las diferentes regiones de la entidad, sólo se registró uno con éstas características, el cual es una parcela experimental del ECOSUR en proceso de evaluación.

3.3.2. Sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco

En la Sierra de Tabasco los principales Sistemas Silvopastoriles son los cercos vivos y los árboles dispersos en potreros. En la caracterización de los sistemas silvopastoriles del estado, de los 40 sistemas identificados en la región de la Sierra, los cercos vivos fueron los principales con un 34 % del total, seguidos por los árboles dispersos en potreros que representaron el 30 %, y en tercer lugar el pastoreo en plantaciones (28 %) (Gráfica 3). De manera similar a los sistemas silvopastoriles encontrados en el estado de Tabasco, en la región de la Sierra los cercos vivos y los árboles dispersos son tradicionales, por lo que tienen una mayor importancia relativa en relación a los demás sistemas identificados. Los resultados de la evaluación de ambos sistemas en la Sierra de Tabasco se presentan a continuación.



Gráfica 3. Principales sistemas silvopastoriles en la Sierra de Tabasco

3.3.2.1. Cercos Vivos

3.3.2.1.1. Importancia y función de los cercos vivos en la Región de la Sierra de Tabasco.

Los potreros evaluados comprendieron una superficie total de 41.7 has; la superficie del potrero más pequeño fue de 0.5 has, mientras que los más grandes fueron de 3 has. Diez potreros (33 %) tuvieron superficies menores a 1 ha, otros doce (40 %) de 1 a 2 has, y el resto (8 potreros = 27 %) mayores de 2 has.

Además de los cercos vivos, en muchos potreros (alrededor del 50 %), se encontraron árboles dispersos dentro del pastizal.

3.3.2.1.2. Número, diversidad y densidad de árboles en los cercos vivos

En el Cuadro 8 se presenta el número, diversidad y densidad de árboles en los cercos vivos de una muestra de 10 de los potreros evaluados.

Cuadro 8. Número, diversidad de especies y densidad de árboles en los cercos vivos de 10 potreros evaluados en la Región de la Sierra de Tabasco.

No. De Potrero	Número de árboles en los cercos vivos		Densidad de árboles en los cercos vivos Árboles/100 m lineales de cerco
	Individuos	Especies	
1	257	8	66
2	516	11	67
3	376	8	51
4	102	2	187
5	89	7	33
6	168	3	90
7	227	2	78
8	280	3	83
9	188	7	54
10	77	12	50
	Total: 2280	Total*: 28	Promedio: 76

*la suma total de especies de los diez potreros no es de 28, pues varias de ellas están presentes en más de un potrero

Como se observa en el cuadro, en todos los cercos vivos se encontraron más de dos mil árboles de 28 especies distintas, pertenecientes a por lo menos 9 familias botánicas, sobresaliendo los cercos con ocho o más especies en el potrero. En todos los cercos se encontraron al menos dos y hasta 13 especies distintas de árboles. Por su parte, las densidades de árboles en los cercos vivos de cada uno de los potreros fueron desde 33 y hasta 187 árboles/100 m lineales de cerco vivo, con una densidad promedio en todos los potreros de 76 árboles/100 m lineales de cerco.

3.3.2.1.3. Principales especies de árboles

Con base en su número total, las principales especies arbóreas en los cercos vivos fueron *Gliricidia sepium* y *Tabebuia rosea*; otras especies como *Cedrela odorata*, *Zanthoxylum riedelianum*, *Pachira aquatica*, *Miconia argentea* y *Bursera simaruba* fueron importantes o relativamente importantes en algunos potreros, mientras que la presencia de las restantes especies en los cercos fue esporádica. En el Cuadro 9 se presentan las principales especies arbóreas encontradas en los cercos vivos de la región.

Cuadro 9. Principales especies de árboles en los cercos vivos de potreros de la región de la Sierra*

N. científico	N. común	Familia botánica
<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoíte	Leguminosae
<i>Tabebuia rosea</i>	Macuilis	Bignoniaceae
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Meliaceae
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Cola de lagarto	Rutaceae
<i>Pachira aquatica</i>	Zapote de agua	Bombacaceae
<i>Miconia argentea</i>	Cenizo	Melastomataceae
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	Burseraceae
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Rutaceae
<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	Boraginaceae
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Bombacaceae
<i>Blepharidium mexicanum</i>	Popistle	Rubiaceae
<i>Erythrina spp.</i>	Madre	Leguminosae
<i>Citrus nobilis</i>	Mandarina	Rutaceae

*en orden decreciente de importancia

De los árboles anotados, destacó la presencia de *Tabebuia rosea* y *Pachira aquatica* en suelos inundados, por la gran adaptación de ambas especies a dichos suelos, y que es una condición común en las zonas planas y bajas de la región.

Por su parte, con base en su presencia en cada uno de los distintos potreros, *Gliricidia sepium*, *Zanthoxylum riedelianum*, *Tabebuia rosea* y *Cedrela odorata* fueron las especies más importantes, ya que se encontraron en el 50 % o más de los potreros (Cuadro 10).

Cuadro 10. Principales árboles en los cercos vivos de potreros de la Región de la Sierra de Tabasco*

Especie	Número total de árboles	Potreros en los que se encontró la especie, %
<i>Gliricidia sepium</i>	3099	90
<i>Tabebuia rosea</i>	139	50
<i>Cedrela odorata</i>	30	50
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	25	60
<i>Pachira aquatica</i>	24	20
<i>Miconia argentea</i>	16	20
<i>Bursera simaruba</i>	7	20
Desconocido	7	10
<i>Citrus sinensis</i>	7	20
<i>Cordia alliodora</i>	6	20
<i>Ceiba pentandra</i>	6	10
<i>Blepharidium mexicanum</i>	6	10
<i>Erythrina</i> spp.	4	30
<i>Citrus nobilis</i>	4	30
Otras (14)**	28	--
Total:	3408	

* en orden decreciente de importancia; ** aquí se incluyen las siguientes especies: bari (*Calophyllum brasiliense*), jobo (*Spondias mombin*), limón (*Citrus lemon*), mango (*Mangifera indica*), anona (*Anona reticulata*), capulín (*Muntingia calabura*), chipilín (*Diphysa robinoides*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), guayacán (*Tabebuia guayacan*), pinolillo (*Lysiloma* sp.), pochote (*Cochlospermum vitifolium*) y tres especies no identificadas.

3.3.2.1.4. Altura de los árboles

En algunos de los cercos vivos regionales los árboles presentaron alturas muy heterogéneas, con especies de alturas menores a 10 m y otras cercanas a los 20 m. La mayor heterogeneidad en la altura de los árboles generalmente se observó en los cercos vivos con tres o más especies arbóreas, mientras que en los cercos con dos especies (en los que predominó *G. sepium*), la altura de los árboles tuvo alguna uniformidad. Tal es el caso de los cercos en los que predominó la presencia de *G. sepium*, la principal especie en los cercos vivos de la región, cuya altura, principalmente en edades tempranas, es controlada por el productor mediante podas periódicas, que provocan que la especie presente ciertos rangos de altura en algunos cercos vivos donde la especie predomina. Así, en algunos cercos vivos evaluados, *G. sepium* presentó rangos de altura entre 3-4 metros, en otros de 4-8 metros y en un menor número de cercos se encontraron cocoítes con rangos de alturas mayores a 8 m.

Por otra parte, en los cercos vivos también se encontraron árboles con alturas mayores de 10 metros; en algunos cercos vivos *C. alliodora* destacó por su altura (alturas de 14-15 m); otros ejemplos de árboles altos en los cercos vivos evaluados fueron *Spondias mombin* (12.8m), *Zanthoxylum riedelianum* (11.7-16 m), *Blepharidium mexicanum* (10.8 m), *Pachira aquatica* (12.5-17m), y de manera notable *B. simaruba*, cuyas alturas en algunos cercos fueron de 17 y hasta 19.5 m.

En el Cuadro 11 se presenta la altura promedio de las principales especies arbóreas en los cercos vivos de la Sierra de Tabasco. Como se puede observar, la altura promedio de las especies es cercana o superior a los 5 m.

Cuadro 11. Altura promedio de las siete principales especies arbóreas encontradas en cercos vivos de la Sierra de Tabasco.

Especie	No. de individuos medidos	Altura promedio, m
<i>Gliricidia sepium</i>	272	6.5
<i>Tabebuia rosea</i>	30	4.8
<i>Cedrela odorata</i>	12	8.4
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	27	10.2
<i>Pachira aquatica</i>	9	16.2
<i>Miconia argentea</i>	3	3.3
<i>Bursera simaruba</i>	12	12.1
Promedio		8.7

3.3.2.2. Árboles dispersos en potreros

3.3.2.2.1. Importancia y función de los árboles dispersos en la Sierra de Tabasco

En el Cuadro 12 se presenta la localización, número de individuos y especies, densidad y los índices de diversidad (H' y D) de los árboles dispersos en cada uno de los potreros evaluados.

Los 23 potreros comprendieron una superficie total de 41.7 has; la superficie del potrero más pequeño fue de 0.3 has, mientras que los más grandes fueron de 4 has. Siete potreros (30.4 %) tuvieron superficies menores a 1 ha, otros siete (30.4 %) de 1 a 2 has, y la mayoría de potreros (9 potreros = 39.2 %) superó las 2 has. La superficie promedio de todos los potreros fue de 1.8 has.

Cuadro 12. Localización, número, densidad e índices de diversidad de árboles dispersos en potreros de la Sierra de Tabasco.

No.	Localidad	Municipio	Total de árboles/ Potrero	No. especies/ Potrero	Densidad árboles/ha	Índice de Shannon H'	Índice de Simpson D
1	Ejido Caparroso 2ª.	Macuspana	99	7	146	0.58	0.75
2	Rancho Julio Meza	Teapa	193	10	135	1.42	0.30
3	Rancho San Agustín	Teapa	113	15	113	1.34	0.40
4	Pedro C. Colorado 1ª.	Macuspana	69	7	92	1.54	0.24
5	Ejido Palomas	Macuspana	25	6	83	1.28	0.36
6	Ejido Nueva Reforma	Tacotalpa	62	10	81	1.51	0.34
7	Ejido Melchor Ocampo	Macuspana	91	9	71	1.82	0.20
8	Ejido Buenavista Apasco	Macuspana	104	13	50	1.90	0.20
9	Ejido Lázaro Cárdenas	Tacotalpa	36	4	45	0.59	0.70
10	Nicolás Bravo 1ª.	Teapa	45	10	44	1.35	0.43
11	Ejido Emiliano Zapata	Jalapa	29	8	40	1.58	0.30
12	Ejido Lázaro Cárdenas	Tacotalpa	39	6	39	1.04	0.44
13	Nicolás Bravo 1ª.	Teapa	32	14	37	2.43	0.10
14	Ejido San Manuel	Tacotalpa	71	7	37	1.43	0.29
15	Ejido Reforma	Tacotalpa	120	16	30	1.63	0.32
16	Ejido Palomas	Macuspana	71	12	28	1.59	0.32
17	Madrigal 4ª. Sección	Tacotalpa	103	36	26	3.04	0.08
18	Ejido Emiliano Zapata	Jalapa	38	8	22	1.66	0.26
19	Santa Rosa Poaná	Tacotalpa	43	16	21	2.36	0.13
20	Rancho Ángel Martínez	Tacotalpa	56	4	19	0.97	0.43
21	Pedro C. Colorado	Macuspana	76	11	18	1.20	0.49
22	Ranchería El Progreso	Jalapa	51	12	17	1.62	0.31
23	Ejido Caridad Guerrero	Tacotalpa	34	9	12	1.79	0.21
Total			1600	75			
Promedios			69	3.2	38.2	Global: 2.8	Global: 0.09

El menor número de árboles (25) se encontró en el potrero más pequeño (0.3 has), mientras que uno de tamaño intermedio (1.4 has) tuvo la mayor cantidad (193 individuos). El total de árboles dispersos en las 41.7 has de los 23 potreros fue de 1600.

Por su parte, los menores números de especies (4) se encontraron en un potrero pequeño (0.8 has) y en otro de 2.9 has, mientras que la mayor cantidad (36 especies) se halló en un potrero de 4 has. Once potreros (47.8%) tuvieron menos de 10 especies arbóreas y en los otros doce (57.2 %) hubo 10 o más. El total de especies registradas en todos los potreros fue de 75 (Cuadro 13), con un promedio general de 3 especies/ potrero y de 1.8 especies/ha.

Los árboles con mayor frecuencia en los potreros (localizados en siete o más de ellos) fueron *Cedrela odorata*, *Zanthoxylum riedelianum*, *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea*, *Citrus sinensis*, *Citrus reticulata* y *Cupania glabra*. Los que contaron con el mayor número de individuos (9 o más) fueron, además de los anotados arriba, *Blepharidium mexicanum*, *Ficus padifolia*, *Spondias mombin*, *Diphysa robinoides*, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Haematoxylon campechianum*, *Mangifera indica*, *Inga jinicuil*, *Sweetia panamensis*, *Parmentiera edulis*, *Bursera simaruba*, *Bactris gasipaes*, *Psidium guajava*, *Genipa americana* y *Byrsonima crassifolia* (Cuadro 14).

Las densidades de árboles dispersos variaron mucho entre los distintos potreros; mientras uno presentó sólo 12 árboles/ha, en otro se registraron 146 árboles/ha, aunque las densidades más comunes estuvieron entre 17 y 45 árboles/ha (14 potreros = 60.8% del total). En la gran mayoría de potreros (19 = 82.6 %) las densidades superaron los 20 árboles/ha, y en un número importante (9 potreros = 39.1 %) se registraron entre 20 y 40 árboles/ha. La densidad arbórea promedio en

todos los potreros fue de 38 árboles/ha. Con las densidades arbóreas señaladas, los niveles de afectación en el crecimiento del pasto no fueron importantes en todos los potreros.

Cuadro 13. Resumen de todas las especies arbóreas dispersas en los potreros de la Sierra de Tabasco.

Familias y Especies	Nombres comunes	Hábitat	Total
Anacardiaceae			0
<i>Mangifera indica</i>	Mango	C	17
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	P	35
Annonaceae			0
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	C	2
<i>Annona reticulata</i>	Anona	C	1
Arecaceae			0
<i>Bactris gasipaes</i>	Palma Pejibaye	S	10
<i>Cocos nucifera</i>	Palma de coco	C	3
<i>Roystonea regia</i>	Palma Real	P	4
<i>Scheelea liebmanni</i>	Palma de corozo	P	1
Bignoniaceae			0
<i>Parmentiera edulis</i>	Cuajilote	S	10
<i>Tabebuia rosea</i>	Macuilis	P	220
Bombacaceae			0
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	P	5
<i>Pachira aquatica</i>	Zapote de agua	P	5
Boraginaceae			0
<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	S	290
Burseraceae			0
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	P	10
Capparidaceae			0
<i>Crataeva tapia</i>	Coscorrón	P	1
Cecropiaceae			0
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	S	1
Elaeocarpaceae			0
<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	P	2
Euphorbiaceae			0
<i>Hevea brasiliensis</i>	Hule	C	4
Fagaceae			0
<i>Quercus oleoides</i>	Encino, Roble	P	3
Flacourtiaceae			0
<i>Casearia nitida</i>	Botoncillo	P	1
Icacinales			0
<i>Ocotea mexicana</i>	Cacaté	P	1

Cuadro 13. Continuación

Lauraceae			0
<i>Nectandra sanguinea</i>	Laurel	P	8
<i>Persea americana</i>	Aguacate	P	5
<i>Persea schiedeana</i>	Chinín	P	4
Leguminosae			0
<i>Andira galeottiana</i>	Macayo	P	1
<i>Diphysa robinoides</i>	Pichilcoi, Chipilcoíte	P	26
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacastle	P	23
<i>Erythrina</i> sp.	Madre	P	5
<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoíte	S	23
<i>Haematoxylon campechianum</i>	Tinto	P	20
<i>Inga jinicuil</i>	Jinicuil	P	12
<i>Inga vera</i>	Chelele	P	4
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	S	1
<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	Gusano	P	2
<i>Lysiloma bahamensis</i>	Pinolillo, Tzalam	P	4
<i>Pithecellobium saman</i>	Samán	P	3
<i>Sweetia panamensis</i>	Chakté	P	11
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Cachimbo	P	7
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	C	2
<i>Vatairea lundellii</i>	Tinco	P	1
Malpighiaceae			0
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	P	9
Melastomataceae			0
<i>Miconia argentea</i>	Cenizo, hoja de lata	P	1
Meliaceae			0
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	P	245
<i>Guarea glabra</i>	Cascarillo	P	1
Moraceae			0
<i>Arctocarpus altilis</i>	Pan de sopa	S	3
<i>Castilla elastica</i>	Hule criollo	P	4
<i>Ficus oerstediana</i>	Amate	P	1
<i>Ficus padifolia</i>	Pogón; mata palo	P	69
<i>Ficus</i> sp.	Ficus	S	2
<i>Trophis racemosa</i>	Ramoncillo	P	1
Myrtaceae			0
<i>Eugenia capuli</i>	Escobillo	P	1
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	C	9
<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta gorda, Pimienta Tabasco	P	4
Piperaceae			0
<i>Piper nigrum</i>	Pimienta	C	2
Rhamnaceae			0
<i>Colubrina arborescens</i>	Tatuán	P	3
Rubiaceae			0
<i>Blepharidium mexicanum</i>	Popistle	P	102
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Canelo	P	2

Cuadro 13. Continuación

<i>Genipa americana</i>	Jagua	S	9
Rutaceae			0
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	C	61
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	C	13
<i>Citrus limon</i>	Limón	C	4
<i>Citrus maxima</i>	Toronja	C	4
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Cola de lagarto	P	191
Salicaceae			0
<i>Salix chilensis</i>	Sauce	P	8
Sapindaceae			0
<i>Cupania glabra</i>	Quebrache	P	19
<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	P	2
<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya	P	2
Sapotaceae			0
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito, Cimarrón	P	1
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	P	2
<i>Pouteria sapota</i>	Mamey	P	3
Sterculiaceae			0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	S	24
<i>Sterculia mexicana</i>	Bellota	P	1
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	C	6
Tiliaceae			0
<i>Belotia mexicana</i>	Patastillo	S	1
Verbenaceae			0
<i>Vitex gaumeri</i>	Nancillo	P	2
Total			1600

El índice de Shannon en potreros individuales varió de 0.5 a 3.0, y en la gran mayoría fue mayor a 1 o 2. Por su parte, el índice de Simpson fue de 0.08 a 0.75, con valores de 0.3 o menores en la mayoría de los potreros; el índice de Shannon para la diversidad arbórea global en los 23 potreros fue de 2.8, mientras que el de Simpson fue de 0.09.

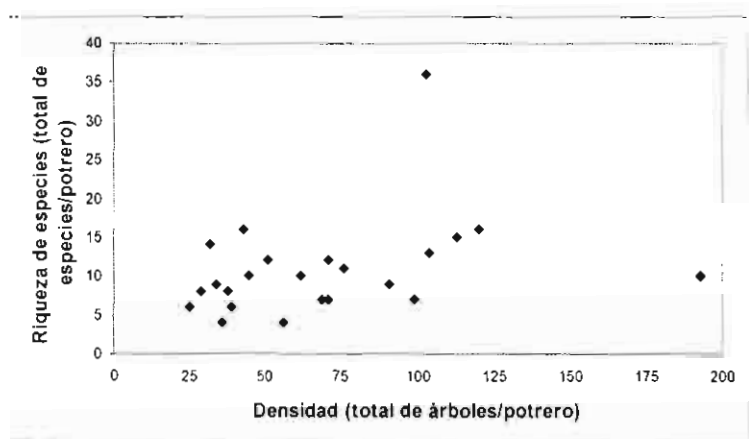
Cuadro 14. Especies de árboles dispersos más frecuentes y su abundancia en potreros de la región de la Sierra de Tabasco.

Especies	Familia	Abundancia			Frecuencia en los potreros		Usos principales
		N	%	%	N	%	
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	290	18.1	18.1	12	52.1	Madera
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	245	15.3	33.4	21	91.3	Madera
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	220	13.8	47.2	12	52.1	Madera
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Rutaceae	191	11.9	59.1	16	69.5	Madera
<i>Blepharidium mexicanum</i>	Rubiaceae	102	6.4	65.5	4	17.3	Madera
<i>Ficus padifolia</i>	Moraceae	69	4.3	69.8	3	13.0	Sombra
<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	61	3.8	73.6	10	43.4	Frutos
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	35	2.2	75.8	6	26.0	Frutos
<i>Diphysa robinoides</i>	Leguminosae	26	1.6	77.4	4	17.3	Madera, leña, postes, medicinal, cerco vivo
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	24	1.5	78.9	7	30.4	Madera, leña, forraje, medicinal
<i>Gliricidia sepium</i>	Leguminosae	23	1.4	80.3	6	26.0	Cerco vivo, leña, sombra,
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Leguminosae	23	1.4	81.7	4	17.3	Sombra
<i>Haematoxylon campechianum</i>	Leguminosae	20	1.2	82.9	4	17.3	Postes
<i>Cupania glabra</i>	Sapindaceae	19	1.2	84.1	7	30.4	Madera, medicinal, melífera
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	17	1.1	85.2	5	21.7	Frutos, sombra
<i>Citrus reticulate</i>	Rutaceae	13	0.8	86.0	7	30.4	Frutos
<i>Inga jinicuil</i>	Leguminosae	12	0.8	86.8	2	8.6	Frutos
<i>Sweetia panamensis</i>	Leguminosae	11	0.7	87.5	1	4.3	Madera, postes
<i>Parmentiera edulis</i>	Bignoniaceae	10	0.6	88.1	2	8.6	Frutos
<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	10	0.6	88.7	6	26.0	Madera, leña, medicinal
<i>Bactris gasipaes</i>	Arecaceae	10	0.6	89.3	1	4.3	Madera, frutos
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	9	0.6	89.9	6	26.0	Frutos
<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	9	0.6	90.5	5	21.7	Madera, leña, medicinal
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	9	0.6	91.1	6	26.0	Frutos
	Subtotal	1458		91.1			
Otras especies (51)	Varias	142	8.9	100			Varios
	Total	1600					

La densidad y riqueza de especies arbóreas variaron mucho entre potreros, con la presencia de un mayor número de especies en aquéllos con las densidades más altas de árboles (Gráfica 4).

3.3.2.2.2. Composición de especies

La totalidad de individuos y especies de árboles dispersos encontrados pertenecen a 31 familias botánicas (Cuadro 13).

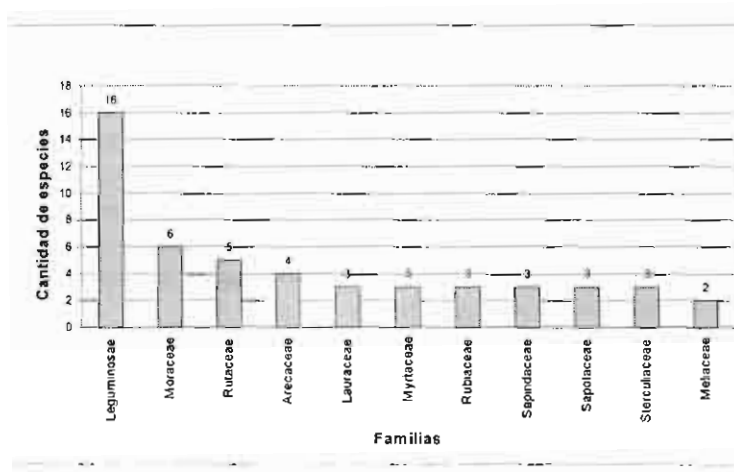


Gráfica 4. Densidad y riqueza de especies arbóreas en 23 potreros de la Sierra de Tabasco. Cada punto representa un potrero.

En la Gráfica 5 se presentan las 11 principales familias con base en su número de especies; dicho número de familias concentraron más de las dos terceras partes del total de especies de ADP (51 especies = 68 %), con Leguminosae, Moraceae y Rutaceae como las de mayor número de especies. Por su parte, con base en el número de individuos las familias más importantes fueron Boraginaceae (290 individuos), Rutaceae (273), Meliaceae (246), Bignoniaceae (230),

Leguminosae (145) y Rubiaceae (113), que en conjunto sumaron 1297 individuos y representaron el 81 % del total de árboles en los potreros.

La mayoría de ADP se concentraron en 24 especies (32 % del total), las cuales comprendieron 1458 individuos, que representan el 91.1 % de todos los árboles encontrados, mientras que las 51 especies restantes (68 %) incluyeron únicamente 142 individuos, que constituyeron sólo el 8.9 % del total de árboles en los potreros (Cuadro 14).

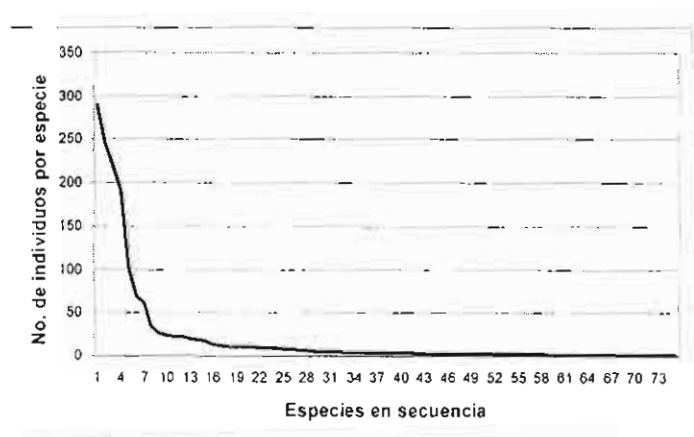


Gráfica 5. Número de especies en las principales familias de árboles dispersos

Los cinco árboles más abundantes fueron el bojón (*C. alliodora*) (Boraginaceae), cedro (*C. odorata*) (Meliaceae), macuillis (*T. rosea*) (Bignoniaceae), cola de lagarto (*Z. riedelianum*) (Rutaceae) y popistle (*B. mexicanum*) (Rubiaceae). El bojón fue la especie más numerosa, con 290 individuos que corresponden al 18 % del total de árboles, seguido por el cedro con 245 individuos (15 %) y el macuillis con 220 individuos (14 %). *Z. riedelianum* presentó 191 individuos y *B. mexicanum* 102,

que representaron el 12 y 6 % del total de árboles, respectivamente. En conjunto, las cinco especies anotadas incluyeron el mayor número de ADP (1048 individuos, que representaron el 65.5 % del total), todos de importancia maderable, uso que también presentaron la mitad de las 24 principales especies en los potreros (Cuadro 14).

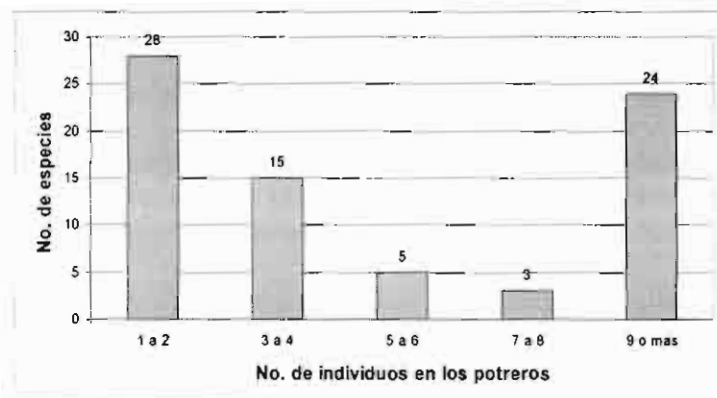
Todo lo anterior, indica que en los potreros se presentó un patrón en el que existe un grupo pequeño de especies muy abundantes y una gran proporción de especies con abundancias bajas. Al graficar los resultados obtenidos y colocar las especies en orden secuencial y en orden descendente a partir de la más abundante, se observa que el número de especies descende rápidamente, lo que demuestra el patrón señalado (Gráfica 6).



Gráfica 6. Curva de abundancia de especies de árboles en los potreros estudiados

Las 24 principales especies arbóreas presentaron nueve o más individuos en los potreros, mientras que las 51 especies restantes (que representan la gran

mayoría), tuvieron ocho individuos o menos; de las 51 especies mencionadas, 11 (15 %) tuvieron dos individuos y 17 (22 %) solo uno, lo que significa que un número importante de especies (28 = 37 % del total), presentaron únicamente uno o dos individuos en los potreros (Gráfica 7).



Gráfica 7. Número de especies y abundancia de individuos en los potreros

3.3.2.2.3. Especies arbóreas primarias vs secundarias

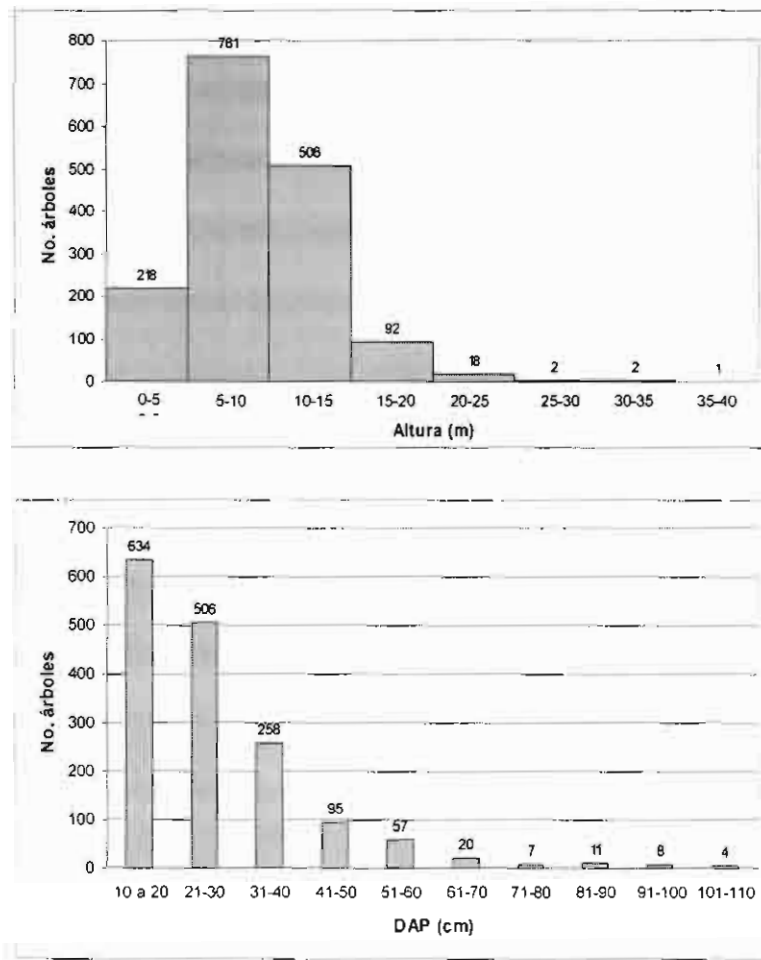
Del total de 1600 árboles dispersos, la mayoría (1098 individuos = 69 %) fueron árboles de la vegetación primaria de selva de la zona, 374 (23 %) de la vegetación secundaria, y sólo 128 (8 %) especies cultivadas (por ejemplo *M. indica*, *Annona* spp., *Cocos nucifera*, *Hevea brasiliensis*, *Tamarindus indica*, *P. guajava*, *Piper nigrum*, *Citrus* spp. y *Theobroma cacao*). La abundancia de árboles de la vegetación primaria varió mucho entre potreros; en cinco de ellos las arbóreas pertenecientes a dicha vegetación representaron 90 % o más de todos los árboles, mientras que en dos potreros menos del 20 % de los árboles correspondieron a ella.

La densidad promedio de árboles de la vegetación primaria fue de 26 árboles/ha y varió de 6 a 135 árboles/ha (Cuadro 12).

En relación a las especies primarias y secundarias, de las 75 arbóreas la mayoría (51 = 68 %) fueron de la vegetación primaria, 11 (15 %) secundarias y 13 (17 %) especies domesticadas. La presencia de especies de la vegetación primaria también tuvo una gran variación, con un rango de 3 y hasta 25 especies por potrero.

3.3.2.2.4. Altura y DAP de los árboles dispersos

Las alturas de la mayoría de árboles (761 individuos = 47 %) fueron de 5 a 10 m; les siguieron en importancia los de 10 a 15 m (506 individuos = 32 %) y después los de 2 a 5 m (218 individuos = 14 %). Lo anterior significa que la altura de la gran mayoría de los árboles dispersos (1267 individuos = 79 %) fue de 5 a 15 m (Gráfica 8). Muy pocos individuos (5) presentaron alturas superiores a los 25 m. La altura promedio de todos los árboles > 5 m (n = 1513) en los potreros fue de 10.1 m.



Gráfica 8. Distribución de alturas y diámetros de todos los árboles dispersos encontrados en potreros de la Sierra de Tabasco. (n = 1600 individuos)

Las especies más altas (> 10 m) fueron el samán (*Pithecellobium saman*), tamarindo (*T. indica*), amate (*Ficus oerstediana*) y patastillo (*Belotia mexicana*). También se incluyen otras especies como la palma real (*Roystonea regia*), cacaté (*Oecopetalum mexicanum*), pan de sopa (*Arctocarpus altilis*), palma de coco (*Cocos nucifera*), chicozapote (*Manilkara zapota*), guanacastle (*E. cyclocarpum*), ramoncillo (*Trophis racemosa*), botoncillo (*Casearia nitida*), palma de corozo (*Scheelea*

liebmannii), pogón (*F. padifolia*), escobillo (*Eugenia capuli*), chinín (*Persea schiedeana*), hule criollo (*Castilla elastica*), capulín (*Muntingia calabura*), bojón (*C. alliodora*) y popistle (*B. mexicanum*).

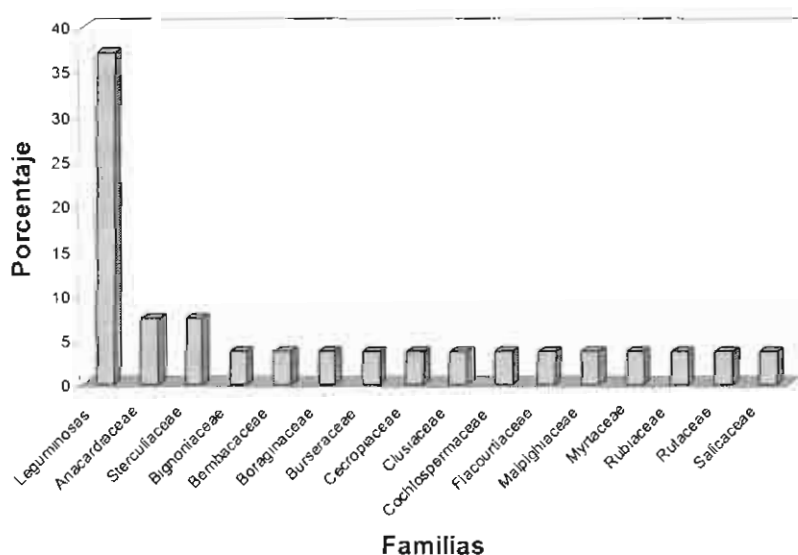
Los árboles jóvenes con DAP de 10-20 cm (muchos de ellos de la regeneración natural) fueron los más numerosos en los potreros (634 individuos, equivalentes al 39.6 % del total de árboles encontrados), seguidos por los de DAP de 21-30 cm (506 individuos = 31.6 %) y los de 31-40 cm (258 individuos = 16.1 %). Lo anterior muestra que en los potreros predominaron los árboles jóvenes con DAP < 30 cm (71.2 %), y que el DAP de poco menos de la mitad de los árboles (764 = 47.7 %) fue de 21 a 40 cm. Los árboles grandes (DAP > 41 cm) mostraron una clara tendencia a disminuir en los potreros, y muy pocos (sólo 4) tuvieron diámetros mayores a 100 cm (Gráfica 5). El DAP promedio de todos los árboles fue de 27 cm.

Las especies con los mayores diámetros a la altura del pecho fueron samán (*P. saman*), tinco (*V. lundellii*), cimarrón (*Chrysophyllum cainito*), mango (*M. indica*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), mulato (*B. simaruba*), tamarindo (*T. indica*), amate (*F. oerstediana*) y patastillo (*B. mexicana*).

3.4. Identificación de los árboles forrajeros de los sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco

Con base en los criterios establecidos se identificaron 27 especies de la región con antecedentes o usos forrajeros. Las arbóreas identificadas se agrupan en 16

familias botánicas, y más de la tercera parte de ellas (10 = 37 %) fueron Leguminosas, las cuales han tenido una gran difusión como especies forrajeras por las ventajas que éstas implican. También se encontraron especies no leguminosas de las familias Anacardiaceae (*Mangifera indica* y *Spondias mombin*) y Sterculiaceae (*Guazuma ulmifolia* y *Sterculia mexicana*), mientras que las trece restantes pertenecen a igual número de familias botánicas entre las que se incluyen Burseraceae, Malpighiaceae, Clusiaceae, Cecropiaceae, Bombacaceae, Rutaceae, Cochlospermaceae, Boraginaceae, Rubiaceae, Flacourtiaceae, Bignoniaceae, Myrtaceae y Salicaceae (Gráfica 9).



Gráfica 9. Familias botánicas de arbóreas forrajeras identificadas en la Sierra de Tabasco.

La mayoría de las arbóreas (15 = 56 %) son especies de la vegetación primaria, 7 (26 %) son de hábitats secundarios, y las restantes 5 (18 %) son

cultivadas. La gran mayoría (23= 85 %) son nativas de la región, mientras que el 15 % restante son introducidas.

Las principales partes o porciones utilizadas de las especies identificadas fueron las hojas (52 %), en segundo lugar los frutos (41 %) y por último las semillas comestibles (7 %) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Arbóreas forrajeras encontradas en los dos principales sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco.

Especies	Nombres comunes	Familia	Hábitat	Origen	Parte o porción utilizada
<i>Bursera simaruba</i>	Mutato	Burseraceae	P	N	Hojas
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	Malpighiaceae	P	N	Frutos, hojas
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Bari	Clusiaceae	P	N	Frutos
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Cecropiaceae	S	N	Hojas, frutos
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Bombacaceae	P	N	Semillas
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Rutaceae	C	I	Frutos
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Pochote	Cochlospermaceae	S, P, C	N	Hojas, flores
<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	Boraginaceae	S	N	Hojas, frutos
<i>Diphysa robinoides</i>	Chipilcoi, Chipilcoite	Leguminosae	P	N	Hojas
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacastle, piche	Leguminosae	P	N	Hojas
<i>Erythrina</i> sp.	Madre	Leguminosae	P	N	Hojas
<i>Genipa americana</i>	Jagua	Rubiaceae	S	I	Frutos
<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite	Leguminosae	S	N	Hojas
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Sterculiaceae	S	N	Hojas, frutos
<i>Haematoxylon campechianum</i>	Tinto	Leguminosae	P	N	Hojas
<i>Inga jinicuil</i>	Jinicuil	Leguminosae	P	N	Frutos
<i>Inga vera</i>	Chelele	Leguminosae	P	N	Frutos
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Leguminosae	S	N	Hojas
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Anacardiaceae	C	I	Frutos
<i>Muntingia calabura</i>	Capulin	Flacourtiaceae	P	N	Hojas, frutos
<i>Parmentiera edulis</i>	Cuajilote	Bignoniaceae	S	N	Frutos
<i>Pithecellobium saman</i>	Samán	Leguminosae	P	N	Hojas
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Myrtaceae	C	N	Frutos
<i>Salix chilensis</i>	Sauce	Salicaceae	P	N	Hojas
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Anacardiaceae	P	N	Frutos
<i>Sterculia mexicana</i>	Bellota	Sterculiaceae	P	N	Semillas
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	Leguminosae	C	I	Frutos

3.5. Selección, colecta y evaluación de arbóreas con potencial para la alimentación animal y el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco

Trece especies arbustivas o arbóreas forrajeras se consideraron con buen potencial para la alimentación animal y el desarrollo de los SSP en la región.

Más de la mitad (54 %) de las especies seleccionadas son leguminosas (*Diphyssa robinoides*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Erythrina* sp., *Gliricidia sepium*, *Haematoxylon campechianum* e *Inga* sp.), y las restantes son de otras seis familias botánicas (Anacardiaceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Malpighiaceae, Salicaceae y Sterculiaceae).

La mayoría de las especies (69 %) pertenecen a la vegetación primaria, mientras que el 31 % restante son especies secundarias; todas son nativas y con diferentes características de distribución en la región.

Las principales partes o porciones utilizadas son las hojas y los frutos, los cuales se aprovechan en un 69 % y 31 % de las especies, respectivamente.

Un poco más de la mitad de las especies (7 = 54 %), se localizaron exclusivamente como ADP, mientras que seis de ellas (*Bursera simaruba*, *Diphyssa robinoides*, *Erythrina* spp., *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Spondias mombin*),

que representan el 46 %, se encontraron tanto en los CV y como ADP en los potreros regionales (Cuadro 16).

Adicionalmente a sus características forrajeras, todas las especies poseen atributos valiosos para contribuir al desarrollo de los SSP regionales, tales como su tolerancia a la defoliación o el ramoneo y su potencial para la restauración o reforestación.

En el Anexo 3 se presentan las fichas con la información para cada una de las especies seleccionadas.

Cuadro 16. Arbustivas o arbóreas forrajeras con potencial para el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles de la región de la Sierra de Tabasco

N. científico	N. común	Familia	Parte o porción utilizada	CV	Presencia ADP
<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	Burseraceae	Follaje	X	X
<i>Diphyssa robinoides</i>	Chipilcoi, Chipilcoite	Leguminosae	Follaje	X	X
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	Leguminosae	Follaje	X	X
<i>Erythrina</i> spp.	Chontal, moté, madre	Leguminosae	Follaje	X	X
<i>Glicidia sepium</i>	Cocolte	Leguminosae	Follaje	X	X
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Sterculiaceae	Follaje	X	X
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Leguminosae	Follaje		X
<i>Pithecellobium saman</i>	Samán	Leguminosae	Follaje		X
<i>Salix chilensis</i>	Sauce	Salicaceae	Follaje		X
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	Malpighiaceae	Frutos		X
<i>Inga</i> spp.	Jinicuil, Chalum, Chelele	Leguminosae	Frutos		X
<i>Parmentiera edulis</i>	Cuajilote	Bignoniaceae	Frutos		X
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Anacardiaceae	Frutos	X	X

3.6. Composición química de arbóreas forrajeras seleccionadas de la Sierra de Tabasco.

Los resultados de los análisis químicos de los follajes mostraron una gran variación en los valores encontrados, con grandes diferencias entre especies (Cuadro 17). En relación al contenido de PC, los follajes de las once especies analizadas presentaron valores superiores al 14 %. Las arbóreas con los niveles más altos de proteína fueron las leguminosas (*Leucaena leucocephala*, *Pithecellobium saman*, *Diphysa robinoides*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina spp.*, *Inga sp.* y *Enterolobium cyclocarpum*), con contenidos entre 18.6 y 22.5 %. Por su parte, cuatro especies (*Guazuma ulmifolia*, *Bursera simaruba*, *Spondias mombin* y *Salix chilensis*), presentaron valores de PC más bajos (18.5 % o menos). Los frutos de *Byrsonima crassifolia* y *Parmentiera edulis* tuvieron contenidos de proteína mucho menores que los follajes del resto de las especies analizadas.

La DIVMS en los follajes varió de 35.8 a 65.9 %, sobresaliendo con valores superiores al 60 % las leguminosas *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Diphysa robinoides* (Cuadro 18). *Guazuma ulmifolia* y *Salix chilensis* tuvieron digestibilidades de 57.3 y 52.3, respectivamente, mientras que las especies con los valores más bajos (<50 %) fueron *Bursera simaruba*, *Spondias mombin*, *Erythrina spp.*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Inga sp.* y *Pithecellobium saman*. No se determinó la digestibilidad de los frutos analizados.

Los follajes de las arbóreas también presentaron grandes variaciones en sus contenidos de FDN y FDA. Las concentraciones de FDN estuvieron por arriba del 50 % en 9 de las once especies evaluadas. *Pithecellobium saman* tuvo el valor más alto de FDN (65.7 %) (Cuadro 18). Con relación a la FDA los valores estuvieron en un rango de 28.1 % (*Leucaena leucocephala*) y hasta 46.4 % (*Pithecellobium saman*).

Cuadro 17. Composición química de árboles forrajeros seleccionados de la Sierra de Tabasco.

Especies	MS %	PC %	Cenizas %	FDA %	FDN %	DIVMS %
<i>Bursera simaruba</i>	33.6	15.4	8.5	42.5	52.7	49.6
<i>Diphysa robinoides</i>	26.1	20.7	8.0	28.3	43.6	61.3
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	31.1	18.6	10.4	37.3	59.5	45.2
<i>Erythrina spp.</i>	20.3	20.1	7.2	35.9	52.6	49.2
<i>Gliricidia sepium</i>	23.7	20.6	7.1	39.4	55.3	62.4
<i>Guazuma ulmifolia</i>	32.5	18.5	12.3	34.5	49.7	57.3
<i>Leucaena leucocephala</i>	25.0	22.5	6.9	28.1	51.3	65.9
<i>Pithecellobium saman</i>	35.2	22.3	6.2	46.4	65.7	35.8
<i>Salix chilensis</i>	28.1	14.8	6.5	40.1	53.7	52.3
<i>Byrsonima crassifolia</i> *	18.7	5.4	3.9	--	--	--
<i>Inga sp.</i>	24.8	19.2	6.1	42.0	53.4	43.7
<i>Parmentiera edulis</i> *	14.5	2.7	4.5	---	---	---
<i>Spondias mombin</i>	28.5	15.1	8.9	41.2	52.4	49.3

*frutos

3.7 Contenido de compuestos tóxicos y/o antifisiológicos en arbustivas y arbóreas de la Sierra de Tabasco.

Con la excepción de el fruto de *Parmentiera edulis*, todas las especies presentaron uno o más metabolitos secundarios. Los principales metabolitos secundarios en las arbóreas que los presentaron fueron los taninos y alcaloides, los cuales se encontraron en la totalidad y en dos terceras partes (66 %) de las especies, respectivamente, y tanto las especies leguminosas como las no

leguminosas presentaron individualmente la presencia de ambos metabolitos. La mayor presencia de taninos se detectó en *Bursera simaruba*, *Salix chilensis* e *Inga* sp. (Cuadro 18).

Se encontraron saponinas en el 33 % de las especies (*Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium*, *Pithecellobium saman* e *Inga* sp.), todas ellas leguminosas, mientras que los glucósidos cianogénicos se detectaron en el mismo porcentaje de los casos pero en diferentes especies leguminosas y no leguminosas (*Bursera simaruba*, *Diphysa robinoides*, *Guazuma ulmifolia* y *Salix chilensis*) (Cuadro 19).

Cuadro 18. Compuestos tóxicos antifisiológicos en follajes de árboles forrajeros seleccionados de la Sierra de Tabasco.

Especies	Taninos	Saponinas	Glucósidos cianogénicos	Alcaloides
<i>Bursera simaruba</i>	+++	--	+	--
<i>Diphysa robinoides</i>	+	--	+	++
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	++	++	--	+
<i>Erythrina</i> spp.*	++	--	--	+
<i>Gliricidia sepium</i>	++	++	--	+
<i>Guazuma ulmifolia</i>	+	--	++	--
<i>Leucaena leucocephala</i>	++	--	--	+
<i>Pithecellobium saman</i>	++	+++	--	+
<i>Salix chilensis</i>	+++	--	+	--
<i>Byrsonima crassifolia</i> **	++	--	--	--
<i>Inga</i> sp.	+++	++	--	+
<i>Parmentiera edulis</i> **	--	--	--	--
<i>Spondias mombin</i>	++	--	--	+

*resultados de tres especies; ** frutos; +++ = presencia cuantiosa, ++ = presencia notable, + = presencia leve y -- = ausencia

3.8. Comportamiento de ovinos alimentados con follaje de leguminosas arbóreas tropicales y pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

En el Cuadro 19 se muestra la composición química de los forrajes utilizados en el estudio. Los contenidos de proteína cruda de los forrajes (en base seca) fueron 10.4, 16.3, 23.3 y 26.8 % para el Pasto Taiwán (PT), Hojas de *Erythrina* (HE), Hojas de *Gliricidia sepium* (HGS) y Hojas de *Erythrina poeppigiana* (HEP), respectivamente.

Los mayores consumos de materia seca (CMS) fueron para T1 y T2 (453.2 y 517.4 g/animal/día, respectivamente), y ambos fueron significativamente mayores ($P \leq 0.05$) que T3 y T4 (419.9 y 416,6 g/animal/día, respectivamente). Los CMS de pasto y de leguminosas no fueron estadísticamente diferentes ($P \geq 0.05$) en los tratamientos que incluyeron follajes de leguminosas arbóreas. Los animales de todos los tratamientos evaluados perdieron peso (40, 23, 28 y 28 g/animal/día para T1, T2, T3 y T4, respectivamente), sin diferencias entre tratamientos (Cuadro 20).

Cuadro 19. Composición química de los forrajes utilizados (% de la MS) (PC: Proteína Cruda; FND: Fibra Neutro Detergente; FAD: Fibra Ácido Detergente).

	PC	Cenizas	FND	FAD	Hemicelulosa	Lignina
Pasto Taiwán	10.4	13.1	66.4	33.1	33.3	8.2
Hojas de <i>Erythrina</i> sp.	16.3	7.3	54.3	33.6	20.6	14.7
Hojas de <i>Gliricidia sepium</i>	23.3	6.1	45.0	28.9	16.0	18.5
Hojas de <i>E. poeppigiana</i>	26.8	8.8	52.0	26.8	25.2	11.5

Cuadro 20. Consumo voluntario de materia seca de borregos alimentados con pasto Taiwán y follajes de leguminosas arbóreas tropicales en diferentes proporciones de la MS

	Tratamientos			
	1	2	3	4
	Pasto Taiwán (PT)	PT + hojas de <i>Erythrina</i> sp.	PT + hojas de <i>Gliricidia sepium</i>	PT + hojas de <i>E. poeppigiana</i>
Ganancia de peso vivo				
Peso vivo inicial, kg	16.0	16.2	16.5	16.2
Peso vivo final, kg	14.5	15.5	15.5	15.2
Ganancia diaria de peso, g/día	- 42	- 20	- 28	- 28
Consumo de materia seca, g/animal/día				
Pasto Taiwán	453.2 ^a	219.4 ^b	209.5 ^b	193.4 ^b
Hojas de leguminosas arbóreas	---	298.0	210.4	223.2
Consumo total	453.2 ^a	517.4 ^a	419.9 ^b	416.6 ^b
Proteína consumida, g/día	47.1 ^a	71.3 ^b	70.7 ^b	79.9 ^b

Letras diferentes(a, b, c) en la misma línea indican valores estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

4. DISCUSIÓN

4.1. Características del medio natural de la Sierra de Tabasco para el desarrollo de Sistemas Silvopastoriles

Con base en la información presentada, se puede afirmar que las características del medio físico predominantes en la Región de La Sierra de Tabasco son muy apropiadas para el establecimiento y desarrollo de los sistemas silvopastoriles. Entre los principales argumentos se pueden mencionar las características del suelo, la topografía accidentada y el clima predominante en la región, con precipitaciones intensas cercanas a los cuatro mil milímetros anuales en algunos lugares, que junto con la eliminación de la cubierta vegetal podrían provocar el aumento de la erosión en el corto plazo.

La hidrología superficial, con un equilibrio muy inestable, es otro factor a considerar; actualmente en la región hay evidencias del aumento en los índices de escorrentía, junto con una disminución en las tasas de infiltración hídrica al subsuelo, lo que incrementa la fuerza erosiva de los escurrimientos y disminuye la recarga local de los acuíferos, como se ha señalado por otros autores (Cámara, 1999; Tudela, 1990).

La presencia en la zona de sitios que todavía conservan relictos de la vegetación de selva original, pueden servir como fuente de recursos genéticos forestales para favorecer el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Además de lo anterior, la presencia y arraigo de la ganadería bovina en la zona, practicada comúnmente bajo un manejo silvopastoril (como se demostró en el caso de los cercos vivos y los árboles dispersos en potreros), favorecería el desarrollo de este tipo de sistemas que se traduciría en un mejor uso del suelo y aprovechamiento de los recursos.

Por otra parte, la eliminación de la vegetación de selva y sus relictos por las actividades productivas desarrolladas, ha favorecido los procesos acelerados de degradación de la calidad ambiental, que se manifiestan en la pérdida de la biodiversidad, la disminución de la calidad del suelo y el incremento de la capacidad de arrastre de la escorrentía y de los sólidos en suspensión.

Al sufrir la pérdida de materiales por arrastre hídrico, los suelos reducen su fertilidad por la disminución de los aportes de materia orgánica e incrementos de su oxidación. Pierden cationes básicos, al permitir una mayor infiltración hídrica, además de que disminuye la estabilidad y calidad de sus agregados. Por su parte, el incremento de la capacidad de arrastre y escorrentía provoca erosión en los sitios de origen de los sólidos y azolvamientos en los sitios de sedimentación. Las corrientes se enturbian, disminuye su transparencia y consecuentemente la disponibilidad de oxígeno para la respiración de la biota riparia (Cámara, 1999). Algunos de los fenómenos señalados se analizaron recientemente en el Municipio de Macuspana en un estudio en el que se evaluó la erosión superficial y el proceso de carstificación de sitios con los pastos *Cynodon plectostachyus* y *Paspalum notatum*, y en donde se

recomendó la urgente aplicación de técnicas de restauración y conservación (Geissen *et al.*, 2008).

En relación a la pérdida de su biodiversidad, se debe considerar que en la actualidad Tabasco sólo cuenta con menos del 5 % de su vegetación original; también se debe considerar que debido a que las áreas de distribución y tamaños poblacionales de muchas especies están siendo drásticamente disminuidos, muchas de ellas deberían ser consideradas como especies en peligro de extinción (CONABIO, 2005).

La presencia de únicamente cuatro especies (*Sweetia panamensis*, *Quercus* sp., *Byrsonima crassifolia* y *Scheelea liebmanni*) representativas de la vegetación original de la zona, es otra muestra de la pérdida de biodiversidad, que también se ha presentado en las especies arbóreas.

El número de arbustivas y arbóreas del estado incluidas en el Anexo 2 es bajo si se considera que en Tabasco existen unas 3000 (Cowan, 1983) o hasta 4000 especies de plantas (Guadarrama, 2000).

La cantidad de arbustivas y arbóreas en Tabasco también es muy bajo si se compara con la cantidad de leñosas arbóreas y arbustivas en otros estados del país. Tal es el caso de Colima, donde se registraron 550 especies de plantas arbóreas (Padilla *et al.*, 2006), o Oaxaca, que posee 352 especies únicamente de leguminosas

arbóreas (Sousa *et al.*, 2004), y de manera contrastante el estado de Chiapas, en donde en una estimación conservadora existen 1 300 especies arbóreas (González *et al.*, 2005), por lo que es una de las entidades con la mayor cantidad de especies de árboles en México.

4.2. Características generales de la ganadería bovina y ovina en la Sierra de Tabasco

Los principales indicadores productivos y reproductivos de la ganadería bovina de doble propósito en Tabasco son similares a los reportados para la ganadería de doble propósito de las regiones tropicales de México (Torres, 1991; Román, 1995) y se consideran en general bajos.

Los bajos indicadores de la ganadería bovina no se justifican con el uso que se ha dado a los recursos naturales, particularmente el suelo y la vegetación.

En relación a la producción ovina, una posible explicación del importante crecimiento del rebaño estatal es la creciente demanda de animales para abastecer el mercado en los centros de consumo de los estados de Puebla y México, en donde los ovinos se utilizan para elaborar el tradicional platillo de barbacoa. Otro factor que lo favoreció fue la importante inmigración de familias del centro y de otras regiones del país que acostumbran comer frecuentemente dicho platillo, con lo que la demanda por dicho producto en las principales ciudades de Tabasco aumentó.

Independientemente de las características y eficiencia productiva de la producción bovina y ovina, lo verdaderamente importante de ambas actividades ganaderas ha sido el enorme impacto ambiental en los recursos naturales de la región. Ante la situación un importante escenario alternativo para su desarrollo sería optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales y minimizar el uso de insumos externos en las unidades de producción, y los sistemas agroforestales (particularmente los sistemas silvopastoriles) son una de tales alternativas. Dicha consideración se reafirma si se considera que las producciones ovina y bovina extensivas se realizan en las regiones fisiográficas de sierra y lomeríos de la Sierra de Tabasco.

Se considera que la ganadería bovina y ovina en un contexto silvopastoril o agrosilvopastoril es una opción ecológica y económicamente viable. Esta estrategia requiere diversas acciones, entre las que se incluye el aprovechamiento de las leñosas forrajeras.

Un componente importante para el desarrollo de los sistemas silvopastoriles requiere el conocimiento de los productores sobre la utilización de árboles forrajeros en un contexto amplio, en el que se incluya la realización de diversas actividades de investigación, entre otras la ejecución de evaluaciones agronómicas para identificar y seleccionar las especies vegetales con mayor potencial forrajero, así como para medir la respuesta animal y su efecto en la condición del pastizal (Nahed *et al.*, 1997).

Un modelo de investigación y aprovechamiento de árboles forrajeros como el que se propone se presenta en la figura 5.

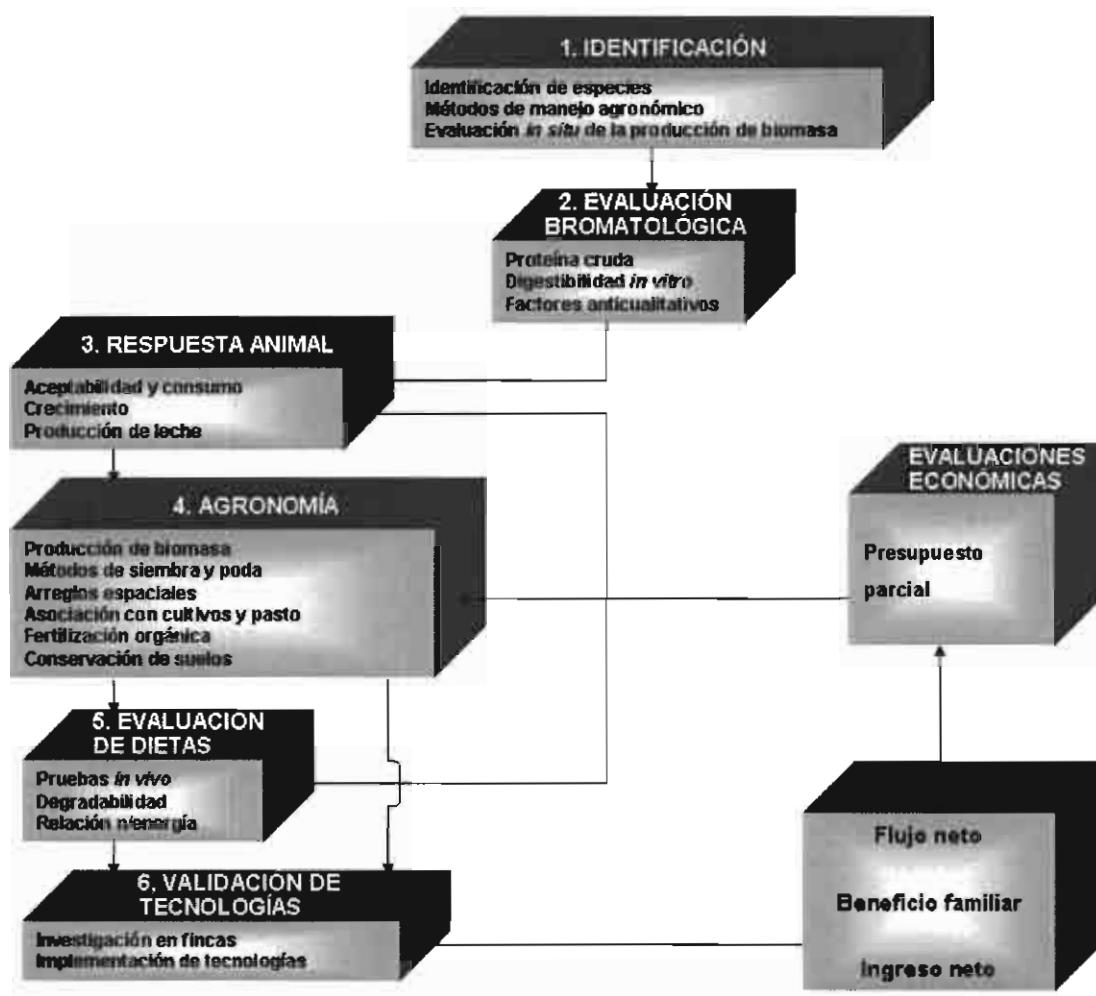


Figura 5. Metodología de investigación en árboles forrajeros (adaptado de Benavides, 1994).

4.3. Identificación y caracterización de los sistemas silvopastoriles en el estado y en la Sierra de Tabasco

4.3.1. Sistemas silvopastoriles del estado de Tabasco

Los siete SSP identificados y sus distintas modalidades, muestran la importancia y diversidad que dichos sistemas tienen en la entidad; por otra parte, la riqueza de SSP anotada contribuye al aumento del número y variedad de tecnologías y sistemas AF en los distintos ambientes fisiográficos del estado, en los que se han identificado numerosas asociaciones, prácticas, tecnologías y sistemas agroforestales, representados por unas 15 tecnologías agroforestales con más de 48 asociaciones distintas (SEDAFOP, 2004; Pérez, 2001). En todos los sistemas mencionados están involucrados diversas especies arbóreas, cultivos agrícolas y animales, que pueden agruparse en dos principales sistemas identificados: agrosilvícolas y silvopastoriles (los últimos también reconocidos como sistemas agroforestales pecuarios SAFP). Por su abundancia y la superficie que ocupan, sin duda los SAFP son los más importantes sistemas agroforestales en el estado y en la región de la Sierra de Tabasco.

4.3.1.1. Cercos vivos

La presencia de una o más especies que no se podan en los CV multiestrato, y que generan una mayor cobertura durante todo el año, tiene importancia para los animales silvestres que viven o se refugian en los árboles o por la posible competencia con el pasto (Villanueva *et al.*, 2005).

Por su parte, la presencia común de especies nativas de la vegetación natural en los CV, coincide con resultados de una investigación previa, en la que se mostró que el 81 % de los árboles en los cercos vivos de la entidad fueron nativos y el restante 19 % introducidos (Maldonado *et al.*, 1997).

Entre los principales usos de los árboles multipropósito en los cercos vivos del estado, sobresalen los comestibles o maderables, que en un estudio previo representaron el 58 % de las especies estudiadas (Maldonado *et al.*, 1997).

La preferencia de los ganaderos por especies como el cocoíte (*Gliricidia sepium*), macuilís (*Tabebuia rosea*) y tinto (*Haematoxylon campechianum*), que se encuentran en numerosos cercos vivos del estado, se explica en gran medida por su versatilidad agronómica, funcionalidad y productos obtenidos. El primero, por ejemplo, es de fácil enraizamiento a partir de estacas, además de que es una especie duradera y de rápido crecimiento inicial. Cada individuo promedio tiene una vida útil de 12 años, y cumple funciones de uso múltiple, principalmente para el pequeño propietario. Las podas por lo general se realizan en el mes de enero o cada ocho a nueve meses, manteniéndose el tronco principal a una altura entre dos y dos y medio metros (Elgueta y Pérez, 2001). De las ramas podadas se obtiene leña, con una producción seca entre 80 y 90 Kg en año y medio, colectada en cien metros de cercos vivos con densidades de 60 a 75 plantas (Ruiz, 2000), además de forraje que

puede utilizarse en períodos de secas muy prolongados, o como abono orgánico de acuerdo con la demanda.

Tabebuia rosea por su parte, es muy resistente a las inundaciones, con una vida útil de alrededor de 15 años. De igual manera, y por la calidad de su madera, el tinto *Haematoxylon campechianum* es muy apreciado para utilizarse como poste de cercos muertos (Elgueta y Pérez, 2001).

Los 33 y hasta 187 árboles/100 m lineales de cerco vivo, y el promedio de 76 árboles/100 m lineales de cerco encontrados en éste estudio, superan o se acercan a los promedios obtenidos en otras investigaciones; por su parte, los 187 árboles/100 m lineales de cerco vivo en uno de los potreros evaluados, representan una densidad muy elevada digna de resaltarse.

4.3.1.2. Árboles dispersos en potreros

Algunos de los árboles encontrados dispersos en los potreros se siembran directamente por los productores, con la finalidad de hacer un aprovechamiento posterior (autoconsumo, comercialización, autoabastecimiento), adicional a la producción ganadera (Ruiz, 2007). Otros son remanentes de la vegetación original, que por diversas razones quedaron en los potreros después del desmonte y/o la eliminación de la selva y la conversión de los terrenos a zonas de pastoreo. Un tercer grupo son los que no se siembran, cuya germinación y crecimiento ocurre en los

potreros de manera espontánea y que el productor deja por los beneficios que dichas especies ofrecen.

Varios árboles dispersos en los potreros contribuyen de manera importante a la demanda de maderas finas tropicales en la región; en el sector agropecuario y entre los productores se reconoce la sobreexplotación y escasez actual de las maderas preciosas tradicionales de especies como el cedro y la caoba, lo que ha provocado una mayor demanda de las provenientes del bojón (*Cordia alliodora*) y el macuilís (*Tabebuia rosea*). Dicha situación favorece, especies que hasta hace algunos años no eran importantes para dicho fin y que son comunes como ADP.

Aunque aún hace falta profundizar en el conocimiento de los ADP en el estado, con base en las características generales de los potreros visitados y las observaciones durante los recorridos, se esperaría que la diversidad y riqueza de especies arbóreas dispersas en los potreros sea elevada. Si se considera la diversidad arbórea y las características medioambientales predominantes en la entidad, es muy probable que en la entidad el número de especies de árboles dispersos rebase fácilmente las 100.

En relación a la densidad de árboles dispersos en los potreros, si las densidades en los potreros de la Sierra obtenidos en éste estudio se extrapolaran a todo el estado, se podría afirmar que en Tabasco es relativamente común la

presencia de árboles adultos dispersos en los potreros con densidades de 25 a 40 árboles/ha y con un nivel de sombra de 20 a 30 %.

Considerando lo anterior y para las condiciones de la zona, de manera general e indicativa las densidades de árboles dispersos en los potreros regionales se pueden clasificar en bajas (< 30 árboles/ha), medias (30-60 árboles/ha) y altas (> 60 árboles/ha).

4.3.1.3. Pastoreo en plantaciones de árboles

El importante crecimiento de las plantaciones forestales comerciales registrado en los últimos diez años, es un factor que sin duda ha favorecido el desarrollo del pastoreo de animales en plantaciones de árboles; se calcula que de 1998 a 2007 se establecieron alrededor de 30,000 has, especialmente en los municipios de Balancán, Tenosique, Emiliano Zapata y Huimanguillo (INEGI, 1999-2008); las principales especies sembradas comprenden árboles productores de madera para aserrío o madera para celulosa.

Por otra parte, también se debe considerar que bajo ciertas condiciones, en las plantaciones forestales la invasión de gramíneas aumenta los costos de mantenimiento a tal punto que muchas veces el negocio es inviable. Ante la poca liquidez en el ciclo de producción de la madera, el pastoreo de ganado se ha convertido en la salvación financiera de la inversión en las plantaciones (Murgueitio, 2000).

No obstante la extensión que ocupan las plantaciones de eucalipto en la entidad, se han encontrado muy pocos casos en los que se desarrolla el pastoreo en dichas plantaciones. Una posible explicación de lo anterior puede ser el crecimiento acelerado de la especie, que genera una fuerte competencia por los recursos del sistema (luz, agua y nutrientes del suelo, etc.) entre los árboles y los remanentes de la vegetación herbácea original que lucha por reestablecerse.

El crecimiento de las superficies sembradas con oleaginosas también ha contribuido al aumento del pastoreo en éste tipo de plantaciones. En 2007 se estimaron unas 3 560 has sembradas de palma de aceite en los municipios de Balancán, Centro, Jalapa, Macuspana, Tacotalpa, Teapa y Tenosique (OEIDRUS, 2007), que actualmente presentan individuos de diferentes edades y condiciones; por su parte, en 2005 se registraron poco menos de 12 000 has de plantaciones de coco (SIACON 2005), que representan menos de la mitad de la superficie sembrada en los años precedentes; muchas de ellas son plantaciones viejas o degradadas, lo que muestra la declinación o abandono de esta actividad, y que ha favorecido el desarrollo del SSP coco-pasto-ganado, aunado a que el cocotero *per se*, presenta diversas características que favorecen el establecimiento de pastos intercalados dentro del cultivo (Reynolds, 1995). Las densidades de plantación tradicionales, el arreglo espacial de las palmas (7 m X 7 m a 10 m X 10 m), su sistema radicular relativamente superficial, la morfología de la copa y el fuste, así como los cambios morfológicos de los individuos durante el crecimiento, generan condiciones

favorables de luminosidad y espacio para el crecimiento de herbáceas. Adicionalmente a lo anterior, los múltiples problemas asociados al cultivo e industrialización de la copra (plagas, enfermedades, inestabilidad del precio de mercado), han ocasionado el abandono, la diversificación o reconversión del sistema cocotero hacia otros cultivos o sistemas de producción. La consecuente disminución en la densidad de palmas en las plantaciones ha favorecido aún más el crecimiento de gramíneas debajo de los cocoteros y el pastoreo de animales.

La justificación, ventajas y beneficios del pastoreo de animales en plantaciones de cítricos se ha documentado en México y en otros países (Arroyo, 2001; Mazorra, 2007). En cuanto al mango, por las características de las plantaciones y del árbol mismo, los animales consumen algunos frutos y el poco pasto que crece debajo de los árboles, por lo que en general en dicho sistema el aporte de alimento para los animales no es muy importante.

Además de que las 2 643 has sembradas con hule en Tabasco (SIACON, 2005) han contribuido al aumento de las plantaciones arbóreas, también han provocado el fracaso de muchos productores en las explotaciones huleras debido a que los beneficios de dicho cultivo son de mediano a largo plazos. Ante tal situación, se ha promovido la generación de diversas alternativas que permitan al productor tener un ingreso más inmediato; la asociación del árbol de hule con otros cultivos que ofrecen diversos beneficios como la palma camedor (*Chamaedorea elegans*) o la "pita" o "ixtle" (*Aechmea magdalénæ*), son algunas de las más importantes (FIDA,

2005). El pastoreo de ganado, y más específicamente el desarrollo de las opciones ganaderas silvopastoriles y agrosilvopastoriles a partir del cultivo de hule, es otra alternativa promisorio que tiene una amplia justificación para los productores tabasqueños, como se ha demostrado en diversos trabajos (Tajuddin, 1986; Veiga *et al.*, 2000); en otras zonas de México también se ha propuesto la producción pecuaria con especies forrajeras, entre ellas el kudzú (*Pueraria phaseoloides*) como cultivo de cobertera (FIDA, 2005). La gran mayoría de las propuestas mencionadas tiene un margen muy amplio para su aplicación en el estado.

4.3.1.4. Árboles en Linderos

En el caso de las cortinas rompevientos dobles, de mayor funcionalidad, se ha recomendado que la primera hilera de árboles sea de arbustos de copa densa, amplia y de rápido crecimiento, mientras que en las hileras posteriores se siembren árboles (Rojas e Infante, 1994). Por lo tanto, es de esperarse que los linderos internos que se acompañan de cercas vivas de media a alta densidad (10 a 15 individuos / 10 m), deberán tener una mayor efectividad como cortinas rompevientos.

4.3.1.5. Pastoreo en Acahuales

La clasificación de los acahuales con base en el tiempo transcurrido desde que los terrenos se abandonan, es muy útil para su identificación; generalmente se reconocen como acahuales viejos a los sitios con más de diez años de descanso,

mientras que los jóvenes tienen menos de ese tiempo (López, 1994); la edad es uno de los principales factores que afectan la composición, estructura y complejidad de la vegetación presente en los mismos.

Además de los beneficios que el ganadero obtiene de los acahuales, y dependiendo de las características de composición florística, diversidad, hábitos de crecimiento, valor nutricional y palatabilidad de las especies presentes en ellos, se considera que dicho recurso es una fuente importante de forraje, (principalmente frutos y follajes) para el pastoreo extensivo de animales domésticos y fauna silvestre, como se ha demostrado en otras investigaciones (Ortega *et al.*, 1999; Sosa *et al.*, 2000).

Junto con los beneficios del forraje y otros alimentos disponibles para los animales domésticos y la fauna silvestre, los acahuales también ayudan a reducir el impacto del pisoteo y la erosión en el suelo y para la conservación de la biodiversidad (Murgueitio, 2000); varios de los beneficios mencionados se observaron en algunos SSP visitados durante la investigación.

Por la forma en que se aprovecha la vegetación de los acahuales (de manera ocasional y por cortos periodos de tiempo), la cantidad de alimento que los animales obtienen en dichos sitios de pastoreo en relación al que consumen durante el resto del año puede no ser muy importante; sin embargo, lo valioso de dicha práctica reside en que los animales mantienen o no pierden peso durante periodos críticos, y

particularmente por la calidad del follaje que los animales consumen, como se demostró en el pastoreo de bovinos en acahuales jóvenes (Sosa *et al.*, 2000). Aunque de menor importancia que los acahuales, por sus características y particularmente por la presencia de árboles en diferentes etapas de desarrollo, los bosquetes también desempeñan un papel para la conservación de la fauna silvestre.

La importancia que los acahuales y bosquetes tienen para la alimentación de animales domésticos y silvestres, la obtención de postes, madera o leña y la conservación de la fauna silvestre, justifica que en el corto plazo se amplíe el conocimiento de dichos sistemas en la zona, sobretodo en aspectos tales como su estructura y composición, manejo, así como las principales especies herbáceas, arbustivas y arbóreas que los integran y sus características, lo que sin duda permitirá su mejor valoración, aprovechamiento y promoción para que se utilicen a un nivel más amplio.

4.3.1.6. Bancos de Proteína

Aunque es un SSP de muy reducida presencia, dicho sistema presenta grandes posibilidades de desarrollo, y su investigación tiene una amplia justificación, por el gran potencial para la siembra y promoción de diversas especies arbustivas o arbóreas nativas e introducidas en los SSP intensivos o de alta densidad arbórea factibles de establecerse en la región; algunas especies promisorias para el desarrollo de los bancos de proteína incluye a varias especies introducidas como la

morera (*Morus* spp.), tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) y albizia (*Albizia lebbeck*), aunque diversas especies nativas como el moté (*Erythrina americana*), cocoíte (*Gliricidia sepium*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), “pata” o casco de vaca (*Bahuinia* spp.), ramón (*Brosimum alicastrum*), leucaena (*Leucaena leucocephala*) y chipilcoi (*Diphysa robinoides*) también presentan un gran potencial, como se ha demostrado en varias investigaciones realizadas en la zona (Meléndez, 2001a; Meléndez, 2001b; Meléndez y Cordero, 2001; Ruiz, 2000).

4.3.1.7. Pastoreo en Callejones

En la región se ha identificado un sistema de barreras vivas, considerado como una forma regional de cultivo en callejones, practicado en terrenos con pendientes pronunciadas, localizados principalmente en el sur, oriente y occidente del Estado, en los límites con el estado de Chiapas (Ruiz, 2007). No es un sistema totalmente generalizado en las zonas señaladas, y solamente lo aplican los productores de maíz que buscan conservar su terreno protegido de la erosión ocasionada por el agua e incrementar los aportes de nutrientes al suelo. Las dos especies arbóreas más utilizadas en dicho sistema son las leguminosas *Gliricidia sepium* y *Leucaena* sp. Estas barreras se consideran como un sistema silvopastoril cuando el follaje de las leguminosas que la integran se poda y acarrea para ofrecerse a los animales, o cuando el espacio intermedio entre los árboles que forman las barreras lo ocupan forrajeras de corte o pastoreo. Otras especies arbóreas potenciales para utilizarse en éste sistema son *Albizia* sp., *Bauhinia* sp., *Cajanus*

cajan, *Erythrina* sp. y *Crotalaria* sp. Cuando las pendientes son demasiado pronunciadas, las plantas de la barrera se siembran tan cerca como sea posible (3 a 5 cm) y de ser necesario en doble o triple hilera, buscando retener la mayor cantidad de suelo posible o también reducir los espacios entre las hileras.

Un aspecto notable de la mayoría de las especies arbóreas involucradas en los diversos SSP, es que hasta el momento los productores tabasqueños les dan poca importancia como fuentes de forraje o de frutos para la alimentación de los animales. Así, diversos árboles forrajeros ampliamente distribuidos y disponibles como *G. sepium*, *Erythrina* spp. o *G. ulmifolia*, no representan recursos forrajeros importantes en la región, a pesar de que su potencial para dicho fin se ha resaltado en los sistemas agroforestales de otras regiones tropicales (Kass, 1994; Simons y Stewart, 1994; Stewart *et al.*, 1996; Giraldo, 1998). Si bien algunos productores reconocen y permiten que los animales consuman los follajes o frutos de especies como *Parmentiera edulis*, *Guazuma ulmifolia* o *Enterolobium cyclocarpum*, en las actuales condiciones de manejo y uso, los árboles forrajeros sólo contribuyen marginalmente a la alimentación animal en la mayoría de los SSP regionales.

El caso más significativo lo constituye la leucaena (*Leucaena* spp.), especie que debe ser revalorada por los ganaderos y técnicos para la producción de forraje de buena calidad y para otros beneficios, cuya presencia está muy restringida en los potreros de la zona, a diferencia de otros lugares en México y en otros países, en

donde se está utilizando en la alimentación animal con perspectivas promisorias y su cultivo se está promoviendo ampliamente, como en el caso de los SSP intensivos.

4.3.2. Sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco

4.3.2.1. Cercos Vivos

Aunque el promedio de 76 árboles/100 m lineales de cerco encontrado es menor a la densidad en los cercos vivos reportada por otros autores, los 187 árboles/100 m lineales de cerco vivo en uno de los potreros evaluados representan una densidad muy elevada digna de resaltarse.

4.3.2.2. Árboles dispersos en potreros

4.3.2.2.1. Importancia, funciones y productos obtenidos de los árboles dispersos en potreros en la Sierra de Tabasco

La gran mayoría de ADP (1098 individuos = 69 % o 51 especies = 68 % del total) son componentes de la vegetación original de la zona, por lo que están bien adaptados a las condiciones ambientales predominantes, y son conocidos por los productores (incluida su propagación o establecimiento).

Algunos árboles (por ejemplo individuos maduros y frondosos como *C. pentandra*, *P. saman* y *E. cyclocarpum*), son especialmente apreciados entre los

productores por la sombra que proveen a los animales. Los ganaderos también aprovechan la adaptación de varios árboles a las condiciones ambientales particulares de la región; tal es el caso de *H. campechianum*, *Pachira aquatica* y *T. rosea*, presentes comúnmente en potreros anegados por su gran resistencia a los suelos inundados, la cual es una condición frecuente en la zona. Numerosos ADP encontrados son especies multipropósito, con diferentes particularidades, funciones e importancia.

El número de individuos, la diversidad de especies y las características de los árboles dispersos en los potreros estudiados variaron mucho, con grandes diferencias entre los distintos potreros evaluados, aunque de manera general, se puede afirmar que la abundancia y diversidad total de árboles fueron relativamente altas, comparadas con las de otros estudios realizados en regiones tropicales similares.

Las densidades arbóreas superiores a 20 árboles/ha en un número importante de potreros (19 potreros = 82.6 %), contrastan con las encontradas en un estudio en el trópico seco de Costa Rica, donde las densidades de la gran mayoría de potreros (92 %) fueron menores a dicha cantidad (Esquivel *et al.*, 2003). La densidad promedio de 38 árboles/ha en todos los potreros es relativamente elevada, y supera a las de otras investigaciones en regiones tropicales, en las que se han reportado promedios desde 3 y hasta 33 árboles/ha (Guevara *et al.*, 1994; Guevara *et al.*, 1998; Harvey y Haber, 1999; Harvey *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2000; Esquivel

et al., 2003; Villacís *et al.*, 2003; Villanueva *et al.*, 2004). Es notable que con las densidades arbóreas encontradas en éste trabajo, en ninguno de los potreros se detectaron afectaciones importantes en el crecimiento del pasto.

Las densidades de árboles en la mayoría de los potreros (casi el 70 %), son semejantes a los 10 a 50 árboles/ha reportados en las asociaciones de árboles y pastos en Cuba (Renda *et al.*, 1999); por su parte, si se considera que las densidades arbóreas de casi la mitad de los potreros (11 potreros = 47.8 %) fueron de 20 a 45 árboles/ha, se puede afirmar que en la región son comunes los potreros con densidades de árboles adultos dispersos de 25 a 40 árboles/ha, que representan un nivel de sombra de 20 a 30 % y son las recomendadas para no afectar el crecimiento del pasto en potreros tropicales (Casasola *et al.*, 2005).

Lo anterior explicaría por qué en los potreros con las densidades arbóreas señaladas no se observaron efectos adversos en el crecimiento del pasto, aunque en el caso de los de mayores densidades la interpretación sería distinta. Al respecto, se debe resaltar que en los potreros con mayor número de árboles, además de su distribución, densidad y diversidad, los ganaderos manejan también otras características de los árboles y de los pastos con las que aseguran la producción de forraje. En el primer caso utilizan criterios como edad, tamaño y forma de sus copas (características que [corresponden con] se refuerzan por la gran abundancia de árboles jóvenes encontrados en los potreros), mientras que en los pastos manejan su respuesta o tolerancia a la sombra, como se ha demostrado en algunos trabajos

(Wong, 1990; Costa *et al.*, 1999). La combinación de los aspectos mencionados permitió encontrar potreros con densidades superiores a 100 árboles/ha en los que no se detectaron afectaciones significativas en la disponibilidad de forraje.

El total de especies arbóreas encontradas en los potreros (75) es similar a las 72 especies de un paisaje ganadero de Rivas, Nicaragua (Harvey *et al.*, 2007), y ambos mayores que las 57 especies de los potreros de la región de Los Tuxtlas, en Veracruz, México (Guevara *et al.*, 1994), o a las 55 de las fincas de Guanarito, Venezuela (Solórzano *et al.*, 2006) y las de alta tecnificación en el trópico húmedo de Costa Rica (Villacís *et al.*, 2003); todas superan ampliamente las 21 especies encontradas en los pastizales nativos de alta densidad arbórea de Matagalpa, Nicaragua (Pérez *et al.*, 2006), las 20 de la Costa de Chiapas, México (Otero *et al.*, 1999) y las 16 en los potreros de tres sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica (Souza *et al.*, 2000).

Las cantidades de especies mencionadas son muy inferiores a las 98 reportadas en los potreros de la región de Los Tuxtlas en México (Guevara *et al.*, 1998), las 96 de las fincas con bajo nivel de tecnificación en el trópico húmedo de Costa Rica (Villacís *et al.*, 2003) y también a las 101, 101 y 106 de tres paisajes ganaderos de Costa Rica y Nicaragua (Harvey *et al.*, 2007); todas ellas contrastan con la gran diversidad de árboles en potreros de la zona de Monteverde, Costa Rica, en los que se registró un número considerablemente elevado de 190 especies (Harvey y Haber, 1999).

Por otra parte, las 75 especies arbóreas representan una parte importante de las 100-120 especies de árboles que en una estimación conservadora, se considera deben estar presentes en los potreros de la región; éstos últimos números, constituirían a su vez un porcentaje significativo de las alrededor de 250 especies arbóreas que con base en diferentes estudios (Cowan, 1983; López, 1994; Magaña, 1995; Guadarrama y Ortiz, 2000; Ochoa y De la Cruz, 2002; Ochoa-Gaona *et al.*, 2008) se estima deben existir en el estado de Tabasco.

La presencia en los potreros de un pequeño grupo de especies arbóreas muy abundantes y una gran proporción de especies con abundancias bajas, es un patrón común en sistemas de éste tipo, como se ha demostrado en pasturas del trópico seco de Costa Rica y Nicaragua, en las que diez especies conformaron el 70 % del total de individuos (Villanueva *et al.*, 2003a; Villanueva *et al.*, 2004) o en Guanacaste, Costa Rica, donde seis especies constituyeron más del 60 % de los individuos muestreados (Esquivel *et al.*, 2003), y en potreros del trópico seco de Guanarito, Venezuela, en donde las 15 especies más abundantes sumaron el 84 % del total de árboles (Solórzano *et al.*, 2006). Hallazgos similares se reportaron también en SSP de Matagalpa, Nicaragua, en los que cinco especies constituyeron la mayoría de los individuos y una sola de ellas representó el 18 % del total (Pérez *et al.*, 2006), y en el trópico húmedo de Río Frío, Costa Rica, donde seis especies representaron el 63.5 % del total de árboles encontrados (Villacís, 2008).

Lo anterior confirmaría a su vez los resultados de varias investigaciones en las que se demostró que en general, las fincas ganaderas de Latinoamérica cuentan con una alta diversidad de especies arbóreas, aunque muchas de ellas en bajas densidades (Guevara *et al.*, 1998; Harvey y Haber, 1999; Otero *et al.*, 1999; Cajas y Sinclair, 2001).

La gran variabilidad de la cobertura arbórea en los potreros se ha explicado por diversos factores como la topografía del terreno, las características del suelo, el objetivo de la producción y su localización, la carga animal y las preferencias de los productores en relación a las leñosas. En el caso de los potreros de la RST, es evidente el marcado interés de los ganaderos por mantener en sus potreros especies arbóreas seleccionadas con base en sus gustos o por los posibles beneficios definidos por ellos, y que en éste estudio se enfocaron hacia las especies maderables; esto último confirma la importancia de las decisiones del productor que afectan la cobertura arbórea en las fincas ganaderas, entre las que el aprovechamiento de los árboles es una de las más importantes (Villanueva *et al.*, 2003b).

El predominio de árboles jóvenes (DAP < 30 cm) (71.2 %), podría explicarse parcialmente por la regeneración natural permitida en los potreros para cubrir la demanda de productos arbóreos, principalmente leña, madera y/o postes. Por su parte, el DAP de 20 a 40 cm de un porcentaje importante de individuos en los potreros regionales estudiados (47.7 %), contrasta con el DAP superior a 40 cm que

un porcentaje similar de árboles dispersos (48 %) presentaron en el trópico seco de Cañas, Costa Rica (Villanueva *et al.*, 2004); ambos casos indican a su vez un manejo por los ganaderos que permite la presencia de árboles en los potreros con las características señaladas.

Los índices de diversidad de Shannon (2.8) y Simpson (0.09) obtenidos, indican una diversidad arbórea relativamente elevada en los 23 potreros. El índice de Shannon supera los valores de 1.5 a 2.1 reportados en los árboles dispersos de pastizales nativos y mejorados de alta y baja densidad arbórea de Matagalpa, Nicaragua (Pérez *et al.*, 2006.), a los 0.7 a 0.82 de los sistemas de producción ganaderos con árboles del trópico seco de Cañas, Costa Rica (Villanueva *et al.*, 2003a) y también a los de los ADP de fincas ganaderas en el trópico húmedo de Río Frío, Costa Rica (0.8-0.9) (Villacís, 2008). Por su parte, el índice de Simpson fue menor a los valores de 0.1-0.18 obtenidos en los sistemas de producción ganaderos con árboles del trópico seco de Costa Rica (Villanueva *et al.*, 2003a), y a los de 0.19-0.29 en los ADP de las fincas ganaderas del trópico húmedo de Río Frío, Costa Rica (Villacís, 2008). Todo lo anterior muestra que la diversidad arbórea en los potreros de la RST fue superior a las encontradas en otros estudios realizados en zonas tropicales.

Las cinco especies más abundantes en los potreros (*C. alliodora*, *C. odorata*, *T. rosea*, *Z. riedelianum* y *B. mexicanum*) poseen características que facilitan su regeneración natural y por consiguiente al incremento de la cobertura arbórea. Éstas

pocas especies dominantes en los potreros son muy promisorias y contribuyen a incrementar la cobertura arbórea de los SSP de la zona, ya que agrupan a su vez la mayoría de los individuos encontrados.

Cuatro de las especies más abundantes (*C. alliodora*, *C. odorata*, *T. rosea* y *Z. riedelianum*) tienen atributos valiosos como rápido crecimiento, abundante producción de semilla, alta capacidad de dispersión por el viento y buenos porcentajes de germinación (que en *Zanthoxylum* mejoran notablemente con un pretratamiento simple); además, las tres primeras ofrecen ventajas como capacidad de reproducción asexual; las semillas de *B. mexicanum*, la quinta especie más numerosa, también son aladas y fácilmente movilizadas por el viento.

La presencia mayoritaria de árboles maderables (particularmente notable en el caso de las cinco especies más abundantes), coincide con los resultados de otros estudios realizados en zonas tropicales (Muñoz, *et al.*, 2003; Esquivel *et al.*, 2003; Villanueva *et al.*, 2003b), en los que también se encontró una elevada preferencia de los productores por dichas especies. De los árboles maderables tradicionalmente utilizados y apreciados por los productores regionales, fue significativo que en ninguno de los potreros se encontrara algún individuo de *Swietenia macrophylla*.

Con base en lo anterior, es evidente que los árboles dispersos representan un recurso valioso para el suministro de madera en la zona; la importancia de los árboles maderables más abundantes en los potreros no es menor, pues tres de ellos

(*C. odorata*, *C. alliodora* y *T. rosea*) contribuyen al suministro de buena parte de las maderas finas o con valor comercial que se producen en el estado, de las que se estima casi dos terceras partes se obtienen de los ADP y de otros sistemas agroforestales regionales (Calzada, 1997). Dicha situación es semejante a la ocurrida en Costa Rica, donde en 1990 el 43.4 % del volumen total de la madera explotada provino de los árboles fuera del bosque (entre los cuales sobresalen las arbóreas de los sistemas silvopastorales, con una cobertura del 30.2 % del territorio), y que en 1998 se elevó al 51.1 % (Morales y Kleinn, 2002).

Además de que el número y diversidad de árboles dispersos encontrados representan por sí mismos una elevada biodiversidad y mejoran la complejidad vegetacional y estructural de los potreros, también contribuyen a la biodiversidad en otras formas; así, muchos de los árboles alojan diversas epífitas en sus troncos o ramas, que adicionalmente incrementan la diversidad de plantas dentro de los potreros. Algunas epífitas comunes en los árboles de los sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco incluyen aráceas (por ejm. diversas especies de *Anthurium*, *Philodendron* sp. y *Syngonium neglectum*), bromeliáceas (*Aechmea bracteata*, *Catopsis* sp. y varias especies de *Tillandsia*), además de orquídeas (*Encyclia* sp., *Epidendrum* sp., *Maxillaria* sp., *Nidema boothii*, *Notylia barkeri*, *Oncidium* sp. y *Stelis* sp.) (Grande *et al.*, 2006).

Los ADP sin duda también contribuyen a enriquecer la biodiversidad de fauna; varias especies arbóreas (entre las que sobresalen *S. mombin*, *B. simaruba*, *B.*

crassifolia, *E. cyclocarpum* y *G. ulmifolia*) representan alimentos importantes para la fauna silvestre; aunque *B. simaruba* no fue de las más abundantes, se han identificado muchas especies de pájaros que consumen su fruto entero; por su parte, los frutos de *E. cyclocarpum* caen al suelo cuando maduran y se consumen por el ganado y los caballos, los cuales dispersan su semilla, mientras que la semilla de *G. ulmifolia* se dispersa por aves y mamíferos incluyendo el ganado bovino, además de otros animales como ardillas, pericos, monos y loros, que también la utilizan como alimento. *B. crassifolia* es otra arbórea que proporciona hábitat y alimento para la fauna silvestre. *Cecropia obtusifolia* es una especie que aunque no fue tan numerosa en los potreros, sus frutos son ávidamente consumidos por diversos vertebrados e invertebrados, por lo que se considera también muy importante para la conservación de la fauna silvestre (Vázquez *et al.*, 1999). Aunque existe una intervención importante de los productores sobre los árboles, aún se conserva buena parte de la diversidad de especies leñosas locales, lo que permite la conectividad entre los fragmentos de la vegetación remanente en beneficio de la fauna silvestre, además de que se obtienen diversos beneficios ambientales, económicos y sociales.

Por otra parte, varios árboles dispersos son valiosos para la obtención de leña; al respecto sobresale *G. sepium*, de la que se estima que en cien metros de cercos vivos con densidades de 60 a 75 plantas, en un año y medio se obtiene una producción de alrededor de 80 y 90 kg de leña seca (Ruiz, 2000); también es notable *G. ulmifolia*, cuya leña es una de las cinco más importantes en el sector rural de Tabasco debido a sus características particulares (principalmente su alto peso

específico), que permite obtener mayores cantidades de energía por unidad de leña consumida, por lo que es muy apreciada por los productores. Las especies mencionadas y otras más contribuyen a satisfacer el elevado consumo de leña en la región y en el estado de Tabasco, estimado en alrededor de 1.3 m³/per capita/año (Pérez, 1983).

Los follajes o frutos de varios árboles dispersos (por ejm. *G. sepium*, *Erythrina* sp., *P. edulis*, *G. ulmifolia* o *E. cyclocarpum*) son reconocidos recursos forrajeros cuyo potencial y uso con dicho fin se ha destacado y promovido ampliamente en sistemas agroforestales de varias regiones tropicales del mundo (Kass, 1994; Simons y Stewart, 1994; Stewart *et al.*, 1996; Giraldo, 1999). Sin embargo, en la región son muy pocas las especies arbóreas que los productores aprovechan como forraje, y entre las que se encontraron fue notable el muy bajo número de individuos de *Leucaena leucocephala*; también fue significativa la ausencia de *B. alicastrum*, otra conocida arbórea forrajera en la región; aunque muchos ganaderos conocen o toleran el consumo por los animales de follajes o frutos de algunas de las especies señaladas, en las actuales condiciones de manejo y uso, los ADP sólo contribuyen de manera muy marginal a la alimentación de los animales en la zona.

Una característica poco apreciada de los ADP es su aportación a la producción de miel, actividad que en Tabasco produjo más de 2000 toneladas en el período 1990-1995 (SAGARPA, 2004) y que depende principalmente de la vegetación nativa, en la que sobresalen diversas especies de la selva regional

remanente, además de los árboles presentes en los SSP; al respecto, es relevante que muchos árboles encontrados (tanto los de mayor y menor abundancia en los potreros) son especies nectaríferas y poliníferas reconocidas en otras zonas tropicales del país (Román *et al.*, 2004; Román y Palma, 2007). Algunas de las principales son *B. simaruba*, *B. crassifolia*, *C. odorata*, *C. alliodora*, *E. cyclocarpum*, *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *I. jinicuil* y *T. rosea*; muchas de ellas tienen flores vistosas y numerosas o inflorescencias grandes, además de que presentan períodos de floración durante varios meses del año (principalmente entre mayo y junio) (Ochoa y De la Cruz, 2002).

Varios ADP son muy promisorios para la restauración ecológica y la reforestación (Arriaga *et al.*, 1994; Vázquez *et al.*, 1999), actividades fundamentales para enfrentar la fuerte deforestación ocurrida en el pasado y la actual pérdida de la vegetación natural en la región. Algunas especies como *C. odorata*, *C. pentandra*, *E. cyclocarpum*, *G. sepium* y *G. ulmifolia* tienen una gran preferencia en las investigaciones exploratorias de evaluación, conservación, recolección, uso de germoplasma y otros aspectos como fenología, mejoramiento genético, floración, fructificación, silvicultura y ordenación ecológica en la región sur-sureste de México (Vera, 2003). Por su parte, *C. odorata* y *C. alliodora* son prioritarias para las actividades coordinadas por la FAO a los niveles global, regional y/o nacional (FAO, 2002), mientras que *Cordia* sp., *Platymiscium* sp. y *C. odorata*, forman parte de los árboles maderables de la región mesoamericana comercializados en el mercado internacional en los que se busca su uso y manejo sustentable (UNEP, 2005). De las

principales arbóreas dispersas en los potreros, únicamente *C. odorata* está actualmente considerada como vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2009), lo que significa que enfrenta un alto riesgo de extinción en el campo en el mediano plazo.

Las bajas densidades de muchas especies arbóreas (28 especies, equivalentes al 37 % del total, presentaron únicamente uno o dos individuos en los potreros), representan una amenaza para el futuro de los ADP; si bien los daños y la mortalidad de plántulas causadas por el ganado en pastoreo y/o la regulación de los ganaderos mediante el uso de herbicidas o chapeos explicarían total o parcialmente el bajo número de individuos de varias especies arbóreas (Camargo *et al.*, 2000), las bajas densidades favorecen la desaparición de especies completas de los potreros simplemente por el corte o pérdida de unos pocos árboles. Lo anterior plantea la urgencia de cuidar y mantener en los potreros especies arbóreas valiosas de la vegetación original como gusano (*Lonchocarpus hondurensis*), amate (*F. oerstediana*), macayo (*Andira galeottiana*), u otras utilizadas para propósitos específicos como *L. leucocephala*, y que presentaron las más bajas densidades.

Lo anterior resalta también la necesidad de fortalecer y promover entre los productores las estrategias encaminadas a la diversificación y el aumento de la cobertura arbórea en los potreros. El aumento de árboles dispersos mediante el control de malezas dirigido (preferentemente chapeos), en donde se eliminan únicamente plantas indeseables o excedentes, es una práctica realizada

comúnmente por los ganaderos de la región, particularmente importante para permitir la aparición de las especies maderables en los potreros y que explicaría a su vez la presencia de las cinco especies más abundantes (*C. alliodora*, *C. odorata*, *T. rosea*, *Z. riedelianum* y *B. mexicanum*). Otra alternativa para promover la presencia de árboles dispersos, podría ser aumentar el establecimiento de cercas vivas en los potreros donde no existen, para obtener beneficios de ellas y reducir la presión sobre los ADP.

La disminución del uso de madera y/o postes muertos por los ganaderos, también ayudaría a mantener y/o aumentar los ADP; la menor utilización de postes muertos se podría compensar con un mayor uso de cercos vivos en los potreros, mientras que la exclusión del pastoreo de algunas áreas de la finca favorecería la regeneración natural de los árboles y permitiría contar con madera y/o postes muertos para satisfacer los requerimientos de los productores, lo que ayudaría a compensar los menores volúmenes de ambos productos obtenidos de los árboles dispersos. El aprovechamiento de la regeneración natural de los árboles es una práctica también ya utilizada por los productores tabasqueños, mediante el uso de acahuales para diferentes propósitos como la obtención de madera, postes, estacas, leña y forraje, además de su importancia para reducir el impacto del pisoteo de los animales, la erosión del suelo y para la conservación de la biodiversidad, particularmente de la fauna silvestre, y también con el aprovechamiento de bosquetes (espacios con árboles que los ganaderos siembran generalmente

cercanos a las áreas de pastoreo o de las fincas), en los que se produce parte o la totalidad de la madera requerida por el productor o para la venta.

Cualquiera de las alternativas encaminadas a mantener, diversificar o aumentar la cobertura arbórea en los potreros, debe considerar el conocimiento de las actividades de manejo realizadas actualmente por los ganaderos en sus potreros, así como los factores que influyen en sus decisiones. Con base en lo anterior, se pueden proponer estrategias de fácil adopción que orienten la toma de decisiones de los productores, como se ha señalado en otros estudios (Villanueva *et al.*, 2003b).

En el Anexo 4 se presentan todas las especies arbóreas encontradas en los cercos vivos y árboles dispersos en potreros de la Sierra de Tabasco.

4.4. Identificación de los árboles forrajeros de los sistemas silvopastoriles de la Sierra de Tabasco

Las 27 arbóreas forrajeras identificadas representan un poco más de la tercera parte (36 %) del total de arbóreas encontradas en los potreros y todas son especies multipropósito.

Entre las arbóreas forrajeras identificadas se encuentran *Erythrina* sp., *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala*, especies reconocidas y promovidas en sistemas silvopastoriles de otras regiones tropicales de México y de otros países.

En las especies identificadas hubo varias ausencias, como las leguminosas forrajeras leñosas *Bauhinia* sp., *Acacia angustissima*, *Acalypha* sp., *Caesalpinia pulcherrima*, *Calliandra houstoniana*, *Crotalaria maypuriensis* y *Delonix regia*, y también de forrajeras no leguminosas como *Brosimum alicastrum*; la presencia y potencial forrajero de todas ellas en la zona se documentó previamente (Reyes y Jiménez, 1999).

La ausencia en los potreros de *Brosimum alicastrum* (Moraceae) es particularmente importante, pues es una reconocida especie forrajera cuyo potencial se ha reconocido en México y otros países (Peters y Pardo, 1982; CATIE, 2003), y con una muy amplia distribución hasta hace algunas décadas, cuando era una de las especies representativas en dos de los principales tipos vegetativos (selva alta perennifolia de ramón y selva alta perennifolia de canshán, ramón y huapaque) predominantes en la zona (López, 1980).

Junto con dicha especie, otras seis arbóreas representativas de la vegetación original de la zona (*Terminalia amazonia*, *Curatella americana*, *Sabal yucatánica*, *Dialium guianense*, *Lycania platypus* y *Bravaisia integerrima*), tampoco se encontraron en los potreros. Lo anterior refleja sin duda la grave deforestación ocurrida en la zona, proceso que todavía se mantenía a inicios de la presente década (Martínez *et al.*, 2001).

Habría que considerar que algunas de las arbóreas no encontradas en los potreros podrían localizarse en otras parcelas agrícolas o ganaderas, SAF o en los relictos de vegetación que aún quedan en la región o en zonas aledañas, y particularmente en parcelas o terrenos de los diferentes grupos indígenas de la región, como en el caso de los frutos de *Brosimum alicastrum*, de los que se reportó su aporte de nutrimentos y su disponibilidad en la región (Ruiz-Carrera *et al.*, 2004).

4.5. Selección, colecta y evaluación de arbóreas con potencial para la alimentación animal y el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles de la Sierra de Tabasco

Entre las arbóreas forrajeras seleccionadas, se incluyeron especies reconocidas y promovidas en sistemas silvopastoriles de otras regiones tropicales de México y de otros países. Tal es el caso de *Enterolobium cyclocarpum*, *Erythrina* spp., *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Pithecellobium saman*. La gran mayoría de las especies son importantes para utilizarse en programas de restauración o reforestación (ver Anexo 3).

En el presente estudio, el criterio de especie amenazada, en peligro de extinción o con alguna categoría de vulnerabilidad para seleccionar las arbóreas forrajeras no fue útil, ya que con excepción de *Cedrela odorata*, actualmente considerada como vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2009), lo que significa que enfrenta un alto riesgo de extinción en el campo en el mediano plazo, ninguna de las especies encontradas en los potreros

se encuentra dentro de alguna categoría de amenaza. Sin embargo, se debe considerar que debido a que las áreas de distribución y tamaños poblacionales de varias especies están siendo drásticamente disminuidos, y se pone en riesgo su viabilidad biológica en todo su intervalo de distribución, muchas de ellas deberían considerarse como especies en peligro de extinción (CONABIO, 2005).

4.6. Composición química de especies arbóreas seleccionadas de la Sierra de Tabasco.

Los valores de PC en los follajes de la mayoría de las plantas analizadas en este estudio se encuentran dentro de los rangos (12 a 30 %) reportados para especies arbóreas (Norton, 1994; Pezo *et al.*, 1990; Escobar *et al.*, 1996). Los contenidos de PC en *Bursera simaruba*, *Spondias mombin* y *Salix chilensis* son relativamente bajos comparados con los niveles encontrados en otros árboles forrajeros tropicales.

Aunque el contenido de PC en todas las especies no fue crítico para la alimentación de rumiantes (menor al 8 %), se debe considerar que en análisis más detallados de la fracción nitrogenada en las leguminosas *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium* (Kass *et al.*, 1993), una buena proporción de su nitrógeno insoluble está ligado a la fibra detergente ácido, y por tanto es de baja disponibilidad para los animales que los consumen y ésta característica deben aplicarse también al follaje de muchas otras leñosas perennes. Todas las especies analizadas presentaron

niveles de PC superiores a los requerimientos de vacas lactantes (9.7 %) (NRC, 1984).

Los valores de digestibilidad encontrados se encuentran dentro de los rangos publicados por otros autores (Ahn *et al.*, 1989; Shelton, 2000). En general, la digestibilidad del material vegetal en el rumen está relacionada con la proporción de las paredes celulares, y se considera que especies arbóreas con contenidos de 20 a 35 % de FDN presentan valores altos de digestibilidad (Norton, 1994). En el presente estudio no se observó una relación clara entre la variación del contenido de FDN y la digestibilidad de las especies evaluadas. Varias de las especies analizadas presentaron valores de DIVMS mayores a 50 % con contenidos de FDN de 43 a 55 %, mientras que en otras las digestibilidades fueron menores al 50 % con contenidos de FDN de 52 a 59 %. Otros estudios han señalado tendencias similares entre ambos parámetros (Johnson *et al.*, 1988; Ortega *et al.*, 2002); esto se debe a que la digestibilidad no solamente depende del contenido de FDN, sino también del grado de lignificación de las paredes celulares (Ahn *et al.*, 1989).

Las variaciones en los contenidos de FDN y FDA entre las especies analizadas, se atribuyen principalmente a las características morfológicas de la planta, sitio, edad del árbol, tipo de suelo (Ku *et al.*, 1999) y a la edad de rebrote, por la posición de la fracción en la rama y por el componente de la rama (Camero, 1995).

4.7. Contenido de compuestos tóxicos y/o antifisiológicos en arbóreas seleccionadas de la Sierra de Tabasco

Los resultados del contenido de algunos de los compuestos tóxicos y/o antifisiológicos encontrados, coinciden con varios estudios (Kumar, 1992; Sotelo *et al.*, 1995; Rosales, 1998 y Varona, 2006), en los que se señala que los polifenoles y los alcaloides constituyen los dos grupos de metabolitos secundarios de mayor distribución en las plantas superiores. Por lo anterior, si varios de los árboles evaluados se incorporan de manera más amplia en los sistemas silvopastoriles de la región, es muy importante considerar el posible efecto detrimental de dichos compuestos en la alimentación animal.

La menor distribución de los otros metabolitos en varias de las especies analizadas puede explicarse por las funciones específicas y no generales que cada uno de ellos presentan en las plantas que los contienen (Kumar, 1992). Las saponinas, por ejemplo, participan en los procesos de regulación del crecimiento vegetal en determinadas etapas, y aunque muchas de ellas no interfieren en gran medida en el metabolismo de los rumiantes, le confieren a los forrajes sabores amargos y menor palatabilidad, mientras que los cianógenos constituyen compuestos típicos de defensa en las plantas, las cuales sólo los sintetizan cuando están sometidas a estrés hídrico, sufren ataques de plagas o enfermedades en las hojas o por el pisoteo de los animales (García, 2003).

También se debe considerar que la presencia de metabolitos secundarios en la biomasa comestible de las arbóreas constituye un factor importante que debe tomarse en cuenta para comprender la selectividad de los animales cuando se alimentan con especies arbóreas y arbustivas (Pinto *et al.*, 2003).

Varias de las especies que presentaron la mayor presencia taninos (por ejemplo *Bursera simaruba* e *Inga* sp.), presentaron también valores bajos de DIVMS. Muchas plantas producen compuestos químicos secundarios que no necesariamente están involucrados en el proceso de crecimiento de las plantas, pero pueden llegar a afectar el valor nutritivo de los forrajes (Norton, 1994), como sucedió con la digestibilidad de las especies mencionadas. Otros trabajos con especies arbóreas han encontrado también una relación negativa entre la digestibilidad y el contenido de compuestos secundarios (Ahn *et al.*, 1989; Ku *et al.*, 1999).

4.8. Comportamiento de ovinos alimentados con follaje de leguminosas arbóreas tropicales y pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

Los mayores consumos de materia seca (CMS) fueron para T1 y T2 (453.2 y 517.4 g/animal/día, respectivamente), y ambos fueron significativamente mayores ($P \leq 0.05$) que T3 y T4 (419.9 y 416,6 g/animal/día, respectivamente). Los CMS de pasto y de leguminosas no fueron estadísticamente diferentes ($P \geq 0.05$) en los tratamientos que incluyeron follajes de leguminosas arbóreas. Los animales de todos

los tratamientos evaluados perdieron peso (40, 23, 28 y 28 g/animal/día para T1, T2, T3 y T4, respectivamente), sin diferencias entre tratamientos (Cuadro 26).

Aunque el consumo de proteína mejoró en las dietas que incluyeron hojas de leguminosas arbóreas, los resultados mostraron una pobre respuesta al crecimiento de los borregos alimentados con dietas que contenían follajes de leguminosas arbóreas. Lo anterior puede explicarse por los elevados niveles de inclusión y consumo de los follajes arbóreos en esas dietas, junto con otros factores como el elevado contenido de compuestos tóxicos, como se ha reportado para estas especies (Kumar y D'Mello, 1995; Lowry, 1990; Norton, 1994; Shelton, 2001). Por otra parte, la pobre respuesta de los borregos muestra la necesidad de mejorar la calidad de las dietas mediante la utilización de otros recursos o subproductos locales de bajo costo (por ejemplo yuca, melaza, pulpa de cítricos, pulidura de arroz, plátano de desecho), como ha sido recomendado por Benavides (1999).

5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados del estudio se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1) Las características de medio físico de la región de La Sierra de Tabasco son muy apropiadas para el establecimiento y desarrollo de los sistemas silvopastoriles.

2) En el estado de Tabasco se identificaron siete sistemas silvopastoriles (cercos vivos, árboles dispersos en potreros, pastoreo en plantaciones arbóreas, árboles en linderos, pastoreo en acahuales, bancos de proteína y pastoreo en callejones). En la región de la Sierra se identificaron seis sistemas silvopastoriles; los dos principales fueron los cercos vivos y los árboles dispersos en potreros.

4) En los cercos vivos regionales se encontraron árboles de 28 especies, con densidades de 33 y hasta 187 árboles/100 m lineales de cerco vivo y un promedio de 76 árboles/100 m lineales de cerco. Las principales especies en los cercos vivos fueron *Gliricidia sepium* y *Tabebuia rosea*.

5) En los árboles dispersos en potreros de la Sierra se registraron 75 especies arbóreas, con una densidad promedio de 38 árboles/ha. Los índices de diversidad de Shannon (2.8) y Simpson (0.09) obtenidos indican una diversidad arbórea

relativamente elevada en los potreros. Varias especies de árboles dispersos (37 %) presentaron bajos números de individuos, lo que representa la principal amenaza para su permanencia en los potreros. Las principales arbóreas dispersas en los potreros fueron *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, *Zanthoxylum riedelianum* y *Blepharidium mexicanum*, todas son de importancia maderable.

6) En el conjunto de los dos principales sistemas silvopastoriles de la Sierra (cercos vivos y árboles dispersos en potreros) se encontraron un total de 78 especies arbustivas o arbóreas.

7) De 78 arbóreas encontradas en la región de la Sierra 27 son forrajeras, y de ellas trece especies nativas pueden contribuir al desarrollo de los sistemas silvopastoriles regionales.

8) Los análisis químicos de muestras de arbóreas forrajeras seleccionadas mostraron una gran variación en los valores encontrados, con grandes diferencias entre especies.

9) En la mayoría de las arbóreas analizadas se detectaron metabolitos secundarios, con presencia variable entre las especies. Los principales metabolitos secundarios en las arbóreas en que se detectaron fueron los taninos y alcaloides.

10) Los ovinos que consumieron dietas en las que se incluyó el 50 % de MS de follajes de leguminosas arbóreas mostraron una pobre respuesta de crecimiento, atribuida a los elevados niveles de inclusión y consumo de los follajes de leguminosas en las dietas, junto con el alto contenido de compuestos tóxicos en dichas especies.

6. PERSPECTIVAS

Ante la posibilidad de que en el corto plazo las arbóreas con un bajo número desaparezcan, es urgente promover el rescate y conservación de dichas especies.

Si bien de la forma en que se practican actualmente los productores obtienen diversos beneficios de los árboles en varios sistemas silvopastoriles regionales identificados, se deben ampliar los beneficios que dichos sistemas ofrecen.

Se requiere evaluar las palmas dispersas en potreros, tema de particular interés por el bajo número de dichas especies encontradas y por su importancia en la vegetación original de la zona.

Es necesario hacer propuestas concretas para mejorar los sistemas silvopastoriles practicados por los productores, particularmente en los tres principales sistemas identificados (cercos vivos, árboles dispersos en potreros y pastoreo en plantaciones).

También es deseable hacer evaluaciones específicas de los servicios ambientales obtenidos de los sistemas silvopastoriles, especialmente en temas como secuestro de carbono y conservación de la biodiversidad.

Se debe lograr el reconocimiento y el pago por servicios ambientales a los productores que practican los sistemas silvopastoriles tradicionales y los mejorados que se puedan promover y establecer. Al respecto, el esquema de apoyo a los ganaderos beneficiarios del PROGAN (Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola), es un avance que debe ser conocido y difundido entre los productores y técnicos que trabajan en la zona. En dicho programa, además de prácticas de suplementación alimenticia, identificación y prevención de enfermedades, los productores se comprometen a proteger, revegetar o reforestar 30 plantas por unidad animal apoyada y además realizar cada dos años obras o prácticas de conservación del suelo o agua. Para las actividades de protección, revegetación o reforestación se ofrece a los productores información y orientaciones respecto a las plantas (particularmente arbóreas) altamente recomendables para estas actividades, muchas de las cuales son especies encontradas en el presente estudio. En el caso de la reforestación se recomienda plantar árboles o arbustos forrajeros, forestales o útiles para la apicultura con el fin de restablecer la cubierta vegetal, y se deben considerar al menos tres diferentes especies de árboles o arbustos. Aunque dicho esquema puede ser mejorado y ampliado, representa sin duda un avance en los programas oficiales de apoyo al sector ganadero que puede favorecer el desarrollo de los sistemas silvopastoriles.

También se recomienda explorar las posibilidades que algunos sistemas silvopastoriles regionales ofrecen para el ecoturismo y otras actividades relacionadas, aspecto novedoso que se ha resaltado como una fuente de ingresos

económicos adicionales para los agricultores y pequeños ganaderos. Otro aspecto que también puede desarrollarse es la exploración del potencial para la producción orgánica de los sistemas silvopastoriles, tema que ya ha sido abordado recientemente para algunas actividades ganaderas en Tabasco y en otros estados.

7. REFERENCIAS

- Aerts, R.J., Barry, T.N. and McNabb, W.C. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effect of proanthocyanidins in forages. *Agric. Ecosys. Environ.* 75:1-12.
- Ahn, J.H., Robertson, B.M., Elliot, R., Gutteridge, R.C. and Ford, C.W. 1989. Quality assessment of tropical browse legumes: tannin content and degradation. *Anim. Feed Sci. Technol.* (27):147-156.
- Alavez, L. y Fierros, O. 1983. Estudio preliminar de los cercos vivos en la ganadería de Teapa, Tabasco. *Revista Chapingo VII*(42): 103-111.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th Ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA.
- Aragón, L. 2001. Etapa final de la captura y catalogación del Herbario del Instituto de Ecología, AC, Centro Regional del Bajío Instituto de Ecología AC. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto: Q17. México, D.F.
- Arriaga, V., Cervantes, V. y Vargas, A. 1994. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Desarrollo Social. México, D.F.
- Arroyo, A. 2001. Pastoreo de ovinos de pelo en una plantación de cítricos en Martínez de la Torre Veracruz. Memoria de la II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. CRUSE-UACH y UJAT. Villahermosa, Tabasco, México. 20-22 de Junio de 2001.
- Atta-Krah, A.N. 1993. Trees and shrubs as secondary components of pasture. *In: Proceedings of the 17th International Grassland Congress*. February 8-23, 1993. Palmerston North, New Zealand Grassland Association and Tropical Grasslands Society of Australia. pp. 2045-2052.
- Beer, J., Ibrahim, M., Somarriba, E., Barrance, A. y Leakey, R. 2003. Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. *En: Cordero, J. y Boshier, D.H. (Eds.). Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Reino Unido, OFI/CATIE. p. 197-242.
- Benavides, J. 1994. La investigación en árboles forrajeros. *En: Benavides, J. (Ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Volumen 1*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 3-19.
- Benavides, J. 1999. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. *En: Sánchez, M.D. y Rosales, M. (Eds.). Agroforestería para la producción animal en América Latina. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal No. 143*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p. 449-477.
- Botero, J.A. 2003. Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de carbono. *En: Sánchez, M.D. y Rosales, M. (Eds.). Agroforestería para la producción animal en América Latina – II. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 155*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p. 75-91.

- Cajas, Y. and Sinclair, F. 2001. Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. *Agroforestry Systems* 53(2): 215-225.
- Calle, Z. y Piedrahita, L. 2009. Conservación de flora amenazada en fincas ganaderas de la Cuenca Media del Río La Vieja (Colombia). *En: Murgueitio, E., Cuartas, C. y Naranjo, J. (Eds.). Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo. Segunda Edición. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. p. 147-169.*
- Calzada, F. 1997. Deforestar, forestar, reforestar: Tabasco hacia el 2000. *En: Desarrollo Sustentable en Tabasco. Posibilidades y Limitaciones. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. p. 125-153.*
- Cámara, J. 1999. Sistemas agroforestales y silvopastoriles como alternativa para el uso del suelo y manejo de cuencas hidrológicas en la zona serrana de Tabasco. I. Medio físico. Memoria de la I Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz, México. 9 al 11 de junio de 1999.
- Camargo, J.C., Ibrahim, M., Somarriba, E., Finegan, B. y Current, D. 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de laurel en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26):46.
- Camero, R.A. 1995. Experiencias desarrolladas por el CATIE en el uso del follaje de *Erythrina* sp. y *Gliricidia sepium* en la producción de carne y leche de bovinos. *Agroforestería en las Américas* 2(8):9-13.
- Casasola, F., Ibrahim, M. y Barrantes, J. 2005. Los árboles en los potreros. Serie Cuadernos de campo. Proyecto Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Banco Mundial y CATIE. Managua, Nicaragua. 19 p.
- Cowan, C.P. 1983. Listados florísticos de México. I. Flora de Tabasco. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Castañeda, C.R. y Cámara, J. 1992. La Agricultura en Tabasco. Centro de Investigación en Ciencias Biológicas/Unidad Sierra/Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 164 págs.
- CATIE, 2003. *Brosimum alicastrum*. *En: Cordero, J. y Boshier, D.H. (Eds.). Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Reino Unido, OFI/CATIE. p. 403-406.*
- Cheeke, R.P. 1999. *Applied Animal Nutrition Feeds and Feeding* 2nd Edition. Prentice- Hall EUA 525 pp.
- CONABIO, 2005. Biodiversidad del estado de Tabasco. Bueno, J., Álvarez, F. y Santiago, S. (Eds.). Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad e Instituto de Biología. México, D.F. 370. p.
- Costa, N. de L., Townsend, C.R., Magalhães, J.A. e Pereira, R.G. de A. 1999. Desempenho agronomico de gramíneas forrageiras sob sombreamento de seringal adulto. *Pasturas Tropicales* 21(2): 65-68.
- Cowan, C.P. 1983. Listados florísticos de México. I. Flora de Tabasco. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 123 p.

- C RTP, 1978. Fisiografía y geología. Publicaciones del C RTP. No. 1. Centro Regional Tropical Puyacatengo. Universidad Autónoma Chapingo. Teapa, Tabasco, México.
- C RTP, 1979. Clima. Publicaciones del C RTP. No. 4-5. Centro Regional Tropical Puyacatengo. Universidad Autónoma Chapingo. Teapa, Tabasco, México.
- Domínguez, X.A. 1979. Métodos de investigación fitoquímica. LIMUSA, México. p. 110.
- Elgueta M., J.R. y Pérez C., U.G. 2001. Diversidad arbórea en tecnologías lineales agroforestales en Jalapa, Tabasco. Memoria de la II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. CRUSE-UACH y UJAT. Villahermosa, Tabasco, México. 20-22 de Junio de 2001.
- Escobar, A., Romero, E. y Ojeda, A. 1996. El mata ratón (*Gliricidia sepium*) un árbol multipropósito. Fundación Polar. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 78 p.
- Esquivel, H., Villanueva, C., Ibrahim, M., Harvey, C., Benjamín, T. y Sinclair, F. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10(39-40): 24-29.
- FAO, 2002. Informe de la Duodécima Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en recursos genéticos forestales (con listas de prioridades para los recursos genéticos forestales). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 102 p.
- Fernández, R. 2007. Computarización del Herbario ENCB, IPN. Fase IV. Base de datos de la familia Pinaceae y de distintas familias de la clase Magnoliopsida depositadas en el Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto: BC 7. México, D.F.
- FIDA, 2005. Proyecto de Desarrollo Rural para las Regiones Húleras de México. Segunda Misión de Supervisión. Fondo Internacional de Desarrollo a la Agricultura. Disponible en la Página de FIDA América en la dirección: http://www.fidamerica.org/fida_old/webpage.php?webid=2475 consultada el 15 de mayo de 2009.
- Flores, O. y Gerez, P. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. 2ª. Edición. CONABIO y UNAM. México, D.F. 439 p.
- Galindo W., Rosales, M., Murgueitio, E. y Larrahondo, J. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarratón. Livestock Research for Rural Development. 1(1): Disponible online en: <http://www.lrrd.org/lrrd1/1/mauricio.htm>. Consultado el 20 de enero de 2010.
- García, D.E. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). Tesis de Maestría, EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 3ª ed. Instituto de Geografía/Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 252 págs.

- Geissen, V., López de Llergo-Juárez, J.G., Galindo-Alcántara, A. y Ramos-Reyes, R. 2008. Erosión superficial y carstificación en Macuspana, Tabasco, sureste de México. *Agrociencia* 42: 605-614.
- Giraldo, L.A. 1998. Potencial de la arborea guácimo (*Guazuma ulmifolia*) como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. *En*: Sánchez, M.D. y Rosales, M. (Eds.). *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 143. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p. 295-310.
- Giraldo, L.A. 1999. Potencial del guácimo (*Guazuma ulmifolia*) en sistemas silvopastoriles. *En*: M.D. Sánchez y M. Rosales (Eds.). *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 143. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p. 295-308.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis. Agriculture Research Handbook No. 379, ARS-USDA. Washington, D.C., USA.
- González, M., Ramírez, N., Méndez, G., Galindo, L. y Golicher, D. 2005. Riqueza de especies de árboles en Chiapas: variación espacial y dimensiones ambientales asociadas al nivel regional. *En*: González, M., Ramírez, N. y Ruiz, L. (Coords.). *Diversidad Biológica en Chiapas*. Plaza y Valdés. México, D.F. p. 81-126.
- Grande, D., Almaguer, J., Herrera, M.C., Losada, H., Rivera, J., Maldonado, M., Nahed, J., y Pérez-Gil, F. 2006. Los árboles de los sistemas silvopastoriles de la Región de la Sierra de Tabasco y la presencia de epífitas. *Memoria de la III Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Autónoma Chapingo y El Colegio de la Frontera Sur. México, D.F. p. 209-213.
- Guadarrama, M.A. 2000. Trayectoria del herbario de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. *Kuxulkab'. Revista de Divulgación. (DACA-UJAT)*. Vol. V No. 10, Enero-Junio.
- Guadarrama, A. y Ortiz, G. 2000. Análisis de la flora de la Reserva de la Biósfera de los pantanos de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 15:67-104.
- Guevara, S., Laborde, J. and Sanchez, G. 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? *Selbyana* 19(1): 34-43.
- Guevara, S., Meave, J., Moreno-Casasola, P., Laborde, J. y Castillo, S. 1994. Vegetación y flora de potreros en la sierra de los Tuxtlas, México. *Acta Botánica Mexicana* 28: 1-27.
- Gutiérrez, M. 1999. Sistematización del Herbario Nacional Forestal Biól Luciano Vela. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto: P140. México, D.F.
- Harvey, C.A. and Gonzalez, J. 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity Conservation* 16:2257-2292.
- Harvey, C.A. and Haber, W.A. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44: 37-68.

- Harvey, C.A., Villanueva, C., Ibrahim, M., Gómez, R., López, M., Kunth, S. y Sinclair, F. 2007. Productores, árboles y producción ganadera en paisajes de América Central: implicaciones para la conservación de la biodiversidad. *En*: Harvey, C.A. y Sáenz, J.C. (Eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. p. 197-224.
- Holmann, F., Romero, F., Montenegro, J., Chana, C., Oviedo, E. y Baños, A. 1992. Rentabilidad de los sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: primera aproximación. *Turrialba* 42(1): 79-89.
- INEGI, 1986. Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática/Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F. 116 págs.
- INEGI, 1991. AGROS. Información Censal Agropecuaria. Discos Magnéticos 1 y 2.
- INEGI, 1997a. Macuspana. Estado de Tabasco. Cuaderno estadístico municipal. Edición 1996. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags.
- INEGI, 1997b. Tacotalpa. Estado de Tabasco. Cuaderno estadístico municipal. Edición 1996. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags.
- INEGI, 1997c. Teapa. Estado de Tabasco. Cuaderno estadístico municipal. Edición 1996. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags.
- INEGI, 1999-2008. Anuarios estadísticos del estado de Tabasco. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Gobierno del Estado de Tabasco.
- IUCN, 2009. Americas Regional Workshop (Conservation & Sustainable Management of Trees, Costa Rica) 1998. *Cedrela odorata*. *In*: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. Disponible en www.iucnredlist.org. Downloaded on 15 July 2009.
- Johnson, J.A., Caton, J.S., Poland, W., Kirby, D.R. and Dhuyvetter, D.V. 1988. Influence of season on dietary composition, intake and digestion by beef steers grazing mixed-grass prairie in the Northern Plains. *J. Anim. Sci.* (76):1682-1690.
- Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's tropical forest?. *In*: Angelsen, A. and Kaimowitz, D. (Eds.). Agricultural technologies and tropical deforestation. CAB International. Wallingford, U.K. p. 1-20.
- Kass, D.L. 1994. *Erythrina* species – Pantropical Multipurpose Tree Legumes. *In*: Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M. (Eds.). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. CAB International. Wallingford, U.K. p. 84-96.
- Koppel, R.E.T., Ortiz O., G.A., Avila D., A., Lagunes L., J., Castañeda M., O.G., López, G., Aguilar B., U., Román Ponce., H., Villagómez, P.J.A. y Calderón R., C.R. 1999. Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico. INIFAP. CIRGOC. Libro Técnico No. 5. Veracruz, México.
- Ku, V.J., Ramírez, A.J., Jiménez, F.G., Alayón, A.J. y Ramírez, C.L. 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. *En*: Sánchez, M.D., Rosales, M.M. (Eds.). Agroforestería para la producción animal en América

- latina. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 143. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. P. 231-258.
- Kumar, R. 1992. Antinutritional factors. The potential risks of toxicity and the methods to alleviate them. *In*: Speedy A.W. and P.L. Pugliese (Eds). Legume Trees and Other Fodder Trees as Protein Source for Livestock. FAO Animal Production and Health Paper No. 102. pp. 145-160.
- Kumar, R., D'Mello, J.P.F. 1995. Anti-nutritional factors in forage legumes. *In*: D'Mello, J.P.F. and Devendra, C. (Eds.). Tropical Legumes in Animal Nutrition. CAB International. Wallingford, U.K.
- Larios, J. y Hernández, J. 1992. Fisiografía, ambientes y uso agrícola de la tierra en Tabasco, México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- López, E. 1994. La vegetación y la flora de la Sierra Tabasco (Municipios de Tacotalpa y Teapa) México. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 88 p.
- López, R. 1980. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. Colección Cuadernos Universitarios. Serie Agronomía No. 1. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Lowry, J.B. 1990. Toxic factors and problems: methods of alleviating them in animals. *In*: Devendra, C. (Ed.) Shrubs and tree fodders for farm animals: Proceedings of a Workshop in Denpasar, Indonesia, 24-29 July 1989, p. 76-88. IDRC. Ottawa, Canada.
- Magaña, M. 1995. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 205 p.
- Maldonado, F., Vargas, G. y Molina, R. 1997. Los cercos vivos del estado de Tabasco, México. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 71 p.
- Martínez, E., Guadarrama, M.A. y Hernández, H. 2001. Pérdida de riqueza florística en la sierra Tapijulapa, Tacotalpa, Tabasco. XV Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México. Jurica, Querétaro, México, 13-19 de Octubre de 2001.
- Mazorra, C. 2007. Elementos a considerar para integrar animales a los cultivos perennes. *Revista Avances en Investigación Agropecuaria* 11(1): 3-14.
- Meléndez, F. 1998. Manual de manejo de praderas para Tabasco. INIFAP. CIGOC. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco. 67 p.
- Meléndez, F. 2001a. Densidad de siembra y frecuencia de corte de *Gliricidia sepium* "cocoíte" sembrado por semilla. Memoria de la II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. CRUSE-UACH y UJAT. Villahermosa, Tabasco, México. 20-22 de Junio de 2001.
- Meléndez, F. 2001b. Potencial forrajero de algunas especies nativas del Estado de Tabasco. Memoria de la II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. CRUSE-UACH y UJAT. Villahermosa, Tabasco, México. 20-22 de Junio de 2001.

- Meléndez, F. y Cordero, C. 2001. Producción de forraje de dos variedades de *Morus* spp. en diferentes frecuencias de corte en Tabasco. Memoria de la II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. CRUSE-UACH y UJAT. Villahermosa, Tabasco, México. 20-22 de Junio de 2001.
- Montagnini, F. and Ugalde, L. 2001. The use of native trees for pasture restoration in humid tropical regions. Proceedings of the International Symposium on Silvopastoral Systems and Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. San José, Costa Rica.
- Morales, D. y Kleinn, C. 2002. Los árboles fuera de bosque. El caso de Costa Rica. En: Bellefontaine, R., Petit, S., Pain-Orcet, M., Deleporte, P. and Bertault, J.G. (Eds.). Los árboles fuera del bosque. Hacia una mejor consideración. Guía FAO Conservación No. 35. Roma, Italia. p. 145-151.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 84 pp.
- Muñoz, D., Harvey, C.A., Sinclair, F.L., Mora, J. e Ibrahim, M. 2003. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. Agroforestería en las Américas. 10(39-40):61-68.
- Murgueitio, E. 2000. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. En: Pomareda, C. y Steinfeld, H. (Eds.). Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Disponible en la dirección: <http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/x6366s/x6366s00.HTM> consultada el 9 de mayo de 2009.
- Nahed, J., Villafuerte, L., Grande, D., Pérez-Gil, F., Alemán, T. and Carmona, J. 1997. Fodder shrub and tree species in the Highlands of Southern Mexico. Animal Feed Science and Technology 68:213-223.
- Nuncio, G., Nahed, J., Díaz, B., Escobedo, F. y Salvatierra, B. 2001. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco. Agrociencia 35: 469-477.
- Nair, P.K.R. 1989. Classification of agroforestry systems. In: Nair, P.K.R. (Ed.). Agroforestry Systems in the Tropics. Kluwer Academic Publishers and International Centre for Research in Agroforestry. Dordrecht, The Netherlands. pp 39-52
- Naranjo, L.G. 2003. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. En: Sánchez, M.D. y Rosales, M. (Eds.). Agroforestería para la producción animal en América Latina II. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 155. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p. 13-25.
- NFTA, 1989. *Gliricidia* production and use. Glover, N. (Ed.). Nitrogen Fixing Tree Association. Waimanalo, Hawaii, USA. 44 p.
- Norton, B.W. 1994. Anti-nutritive and toxic factors in forage tree legumes. In: Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M. (Eds.) Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International. Wallingford, U.K. P. 202-215.

- Norton, B.W. 1994. The nutritive value of tree legumes. *In*: Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M. (Eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International. Wallingford, U.K. P. 177-191.
- Novelo, A. 2000. Inventario de la vegetación acuática vascular de la reserva de la biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. , Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto: L22. México, D.F.
- NRC. 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6th Ed. National Academic Press. Washington, DC.
- Ochoa, S. y De la Cruz, V. 2002. La distribución y fenología de la flora arbórea del estado de Tabasco con base en la información de herbario. *Revista Universidad y Ciencia* 18(36):114-127.
- Ochoa-Gaona, S., Pérez, I. y de Jong, B. 2008. Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. *Rev. Biol. Trop.* 56(2): 657-673.
- OIEDRUS, 2007. Concentrado de los Cultivos Geo-Referenciados hasta enero de 2007. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Tabasco. Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. Disponible en: <http://www.oeidrustab.gob.mx/> consultado en abril de 2009.
- OEIDRUSTAB, 2010. Mapas de Información Geográfica de Tabasco. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Tabasco. Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. Disponibles en: <http://www.oeidrustab.gob.mx/>, consultados en varias fechas de 2010.
- Ortega, S.J.A., González, V.E.A. y Ortega, R.L. 1999. Importancia de la vegetación nativa en la alimentación animal en zonas tropicales. Primer Simposio Internacional de Ganadería Tropical Sostenible. Memoria Técnica No. 2. Huejutla, Hidalgo. p. 25-32.
- Ortega, R.L., Castillo, H.J., Moguel, O.Y. y Rivas, P.F. 2002. Calidad de la dieta seleccionada por bovinos en cultivos de leucaena manejados a dos diferentes alturas de pastoreo. V Taller internacional sobre la utilización de los sistemas silvopastoriles para la producción animal. La Habana, Cuba.
- Otero-Arnaiz, A., Castillo, S., Meave, J. and Ibarra-Manríquez, G. 1999. Isolated pasture trees and the vegetation under their canopies in the Chiapas coastal plain, Mexico. *Biotropica* 31(2): 243-254.
- Padilla-Velarde, E., Cuevas-Guzmán, R., Ibarra-Manríquez, G. y Moreno-Gómez, S. 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 271-295.
- Palma L. D.J. y Cámara C., J. 1986. Cartografía provisional de los agrohábitats de Tabasco, México. *Revista de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*, 3(12): 90-101
- Pereyra J. y Montoya, M. 1991. Estudio preliminar de los sistemas agroforestales de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. *Revista Chapingo*, 15(75): 40-46.
- Pérez, A.M., Sotelo, M., Ramírez, F., Ramírez, I., López, A. y Siria, I. 2006. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua). *Ecosistemas* No. 3 p. 125-140.

- Pérez, G. 2001. Tecnologías agroforestales en Tabasco, México. Una estrategia de producción para comunidades rurales del estado de Tabasco. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 155 p.
- Pérez, G. 2007. Profesor-Investigador del Centro Regional Universitario del Sureste, Universidad Autónoma Chapingo. Metodología para la evaluación de cercos vivos. Comunicación personal. Septiembre de 2003.
- Pérez, J. 1983. Caracterización del consumo y abastecimiento de leña a nivel doméstico en las zonas bajas de Tabasco. Tesis de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 141 p.
- Peters, C. and Pardo-Tejeda, E. 1982. *Brosimum alicastrum* (Moraceae): uses and potential in Mexico. *Economic Botany* 36(2): 166-175.
- Pezo, D. e Ibrahim, M. 1997. Sistemas silvopastoriles. Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. FIRA Boletín Informativo Vol. 29 No. 290. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Banco de México. Morelia, Michoacán, México. 44 p.
- Pezo, D. e Ibrahim, M. 1999. Sistemas Silvopastoriles. Modulo de Enseñanza Agroforestal No 2. Material de Enseñanza No 44. 2da. Ed. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- Pezo, D., Kass, M., Benavides, J., Romero, F. y Chávez, C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. *In*: Devendra, C. (Ed.). *Shrubs and tree fodders for farm animals. Proceedings of a Workshop held in Denpasar, Indonesia. July 24-29, 1989.* IDRC, Ottawa, Canada. p. 163-175.
- Pinto, R., Gómez, H., Hernández, A., Medina, F., Martínez, B., Aguilar, V.H., Villalobos, I., Nahed, J. y Carmona, J. 2003. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. *Pastos y Forrajes* 26: 329-334.
- Pinto, R., Gómez, H., Martínez, B., Hernández, A., Medina, F., Ortega, L. y Ramírez, L. 2004. Especies forrajeras utilizadas bajo silvopastoreo en el centro de Chiapas. *Avances en Investigación Agropecuaria* 8(2): 1-11.
- Psuty, N.P. 1965. Beach-ridge development in Tabasco, Mexico. *Annals Assoc. Amer. Geog.* 55:112-124.
- Renda, A., Calzadilla, E., Jiménez, M. y Sánchez, J. 1999. El silvopastoreo en Cuba. *En*: Sánchez, M.D. y Rosales, M. (Eds.). *Agroforestería para la producción animal en América Latina. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal* 143. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p. 369-389.
- Reyes M., F. y Jiménez F., G. 1999. Árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de la sierra, Tabasco, México. Memoria de la I Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. Centro Regional Universitario Oriente – UACH. Huatusco, Veracruz, México. 9 al 11 de junio de 1999.
- Reynolds, S.G. 1995. Pasture – cattle – coconut Systems. FAO. Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, Thailand.
- Rojas, G. e Infante, A. 1994. Manual de Agroforestería. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela. 144 p.

- Román Miranda, M.L., Mora Santacruz, A. and Gallegos Rodríguez, A. 2004. Use and Nutritional Quality of Forage Tree Species in a Tropical Forest along the Coast of Jalisco, Mexico. *In: t' Mannetje, L., Ramírez, L., Ibrahim, M., Sandoval, C., Ojeda, N. and Ku, J. (Eds.). The importance of silvopastoral systems for providing ecosystems services and rural livelihoods. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. p. 277-281.*
- Román, P.H. 1995. Situación actual y retos de la ganadería bovina en el trópico. *En: Memorias del XX Simposium de Ganadería Tropical. Alternativas de alimentación del ganado bovino en el trópico. Memoria Técnica No. 2. INIFAP. CIRGOC. C.E. La Posta. p. 1-10.*
- Román, L. y Palma, M. 2007. Árboles y arbustos tropicales nativos productores de néctar y polen en el estado de Colima, México. *Avances en Investigación Agropecuaria 11(3): 3-24.*
- Rosales, M. 1998. Avance en el uso de la diversidad forrajera tropical para la alimentación de bovinos. *En Clavero T. (Ed.) Estrategias de Alimentación para la Ganadería Tropical. Astro Data, pp. 89-90.*
- Ruiz, A., Ibrahim, M., Locatelli, B., Andrade, J.H. y Beer, J. 2004. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica de fincas ganaderas en Matiguás, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas. No. 41-42: 16-21.*
- Ruiz-Carrera, V., Peña-López, E.G., Lau-Vázquez, S.C., Maldonado-Mares, F., Ascencio-Rivera, J.M. y Guadarrama-Olivera, M.A. 2004. Macronutrientes de fitorrecurso alimenticios de especies aprovechadas por grupos étnicos en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia. Número Especial I: 27-31.*
- Ruiz, M. 2000. Los sistemas silvopastoriles: opción sustentable de los recursos naturales tropicales. Informe final del Proyecto M095. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Ruiz, M. 2007. Los sistemas silvopastoriles: un enfoque necesario de investigación y vinculación de la UACH en el trópico húmedo. Ponencia presentada en el Encuentro de Investigación y Vinculación. Sistema de Centros Regionales Universitarios. 12-14 de Septiembre de 2007. Chapingo, México.
- SAGARPA, 2004. Producción de miel en México 1990-1995. Obtenido de la Sección de Estadísticas de la Dirección General de Ganadería en la página Web de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación en la dirección: www.sagarpa.gob.mx/Dgg/promiel9095.htm, consultada el 18 de septiembre de 2009.
- SEDAFOP, 2004. La agroforestería, alternativa en el trópico mexicano. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca. Gobierno del Estado de Tabasco. Obtenido de la Página Web de la SEDAFOF en la Dirección: www.sedafop.gob.mx/noticias/nota_agroforesteria.htm, consultada el 19 de noviembre de 2004.
- SEDAFOP, 2006. La forestería en Tabasco. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca. Gobierno del Estado de Tabasco. Obtenido de la página Web de la SEDAFOF en la Dirección: <http://com.esfor-tab.gob.mx/>, consultada el 15 de julio de 2006.

- Shelton, H.M. 2000. Tropical forage tree legumes in agroforestry systems. *Unasylva* (51):25-32.
- Shelton, H.M. 2001. Advances in Forage Legumes: Shrub Legumes. Paper presented at the 19th International Grassland Congress. Sao Pedro, Brasil.
- SIACON, 2005. Superficie sembrada con cultivos perennes en el estado de Tabasco. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SAGARPA. México, D.F.
- Simons, A.J. and Stewart, J.L. 1994. *Gliricidia sepium* – a Multipurpose Forage Tree Legume. In: Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M. (Eds.). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. CAB International. Wallingford, U.K. p. 30-48.
- Solórzano, N., Escalona, M., Zambrano, C., Aranda, N., Molina, J.M. y Blanco, L. 2006. Inventario de árboles en potreros en fincas del Municipio Guanarito, Estado Portuguesa. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 24:8-16.
- Sommariba, E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems* 19:233–240, 1992.
- Sosa, E., Sansores, L., Zapata, G. y Ortega, L. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Técnica Pecuaria en México* 38(2):105-117.
- Sotelo A., Contreras, E. and Flores, S. 1995. Nutritional value and content of antinutritional compounds and toxics in ten wild legumes of Yucatan Peninsula. *Plant Food*, 47:115-123.
- Sousa, M., Medina, R., Andrade, G. y Rico, M.L. 2004. Leguminosas. En: Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund. México, D.F. p. 249-270.
- Souza, M., Ibrahim, M., Harvey, C. y Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26).
- SRH, 1969. Boletín Hidrológico. Tomos I-VI. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D.F.
- Stewart, J.L., Allison, G.E. and Simons, A.J. 1996. *Gliricidia sepium* – Genetic resources for farmers. Tropical Forestry Papers 33. Oxford Forestry Institute. 125 pp.
- Tajuddin, I. 1986. Integration of animals in rubber plantations. *Agroforestry Systems* 4(1):55-66.
- Tilley J. and Terry, K. 1963. A two stages technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 18(2): 131-136.
- Torres, B.B.I. 1991. La producción de leche en México. (Sistemas de producción). Memoria del Seminario Internacional sobre Lechería Tropical. FIRA, Banco de México. Villahermosa, Tabasco. 20-24 de noviembre. p. 39-62.
- Tudela, F. 1990. Recursos naturales y sociedad en el trópico húmedo tabasqueño. En: Leff, E. (Ed.). Medio Ambiente y Desarrollo en México. Volumen I. pp. 149-189. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México y Editorial Porrúa. México, D.F.

- Tudela, F. 1992. La Modernización Forzada del Trópico: El caso de Tabasco. Proyecto Integrado del Golfo. El Colegio de México, CINVESTAV, INFIAS y UNRISD. México, D.F.
- UNEP, 2005. Strategies for the sustainable use and management of timber tree species subject to international trade: Mesoamerica. Gillett, H. and Ferris, S. (Eds.). UNEP World Conservation Monitoring Centre. Cambridge, U.K. 36 p.
- Van Soest, P.J. and Wine, R.H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. J. AOAC 50:50-55.
- Van Soest, P.J. and Wine, R.H. 1968. Determination of lignine and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. J. AOAC 51:780-785.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74(10):3583-3597.
- Varona, G. 2006. Análisis cualitativo de metabolitos secundarios en ocho especies de Araceas del jardín botánico de Popayán. Memorias VIII Congreso Latinoamericano y II Congreso Colombiano de Botánica. Universidad Nacional de Colombia, Asociación Latinoamericana de Botánica y Asociación Colombiana de Botánica. Cartagena, Colombia.
- Vázquez, C., Batis, A.I., Alcocer, M.I., Gual, M. y Sánchez, C. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte Técnico del Proyecto J084. CONABIO-Instituto de Biología, UNAM. México, D.F.
- Veiga, J.B. da., Alves, C.P., Marques, L.C.T. e Veiga, D.F. da. 2000. Sistemas Silvopastoris na Amazônia Oriental. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Amazônia Oriental, Belém, Brasil. 62 p.
- Vela F, 2001. Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. pp. 63-95. En: Tarrés, M.L. (Coord.). Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social. Editorial Porrúa y FLACSO. México, D.F.
- Vera, G. 2003. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el Sur y Sureste de México. Documentos de Trabajo: Recursos Genéticos Forestales. FGR/61S. Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales. Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma, Italia.
- Villacis, J. 2008. Contribución de los árboles dispersos en potreros a los sistemas de producción ganadera en Río Frío, Costa Rica. Documento en Línea disponible en www.agroforesteriaecologica.com, Consultado el 1 de diciembre de 2008.
- Villacis, J., Harvey, C.A., Ibrahim, M. y Villanueva, C. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. Agroforestería en las Américas, 10(39-40):17-23.
- Villanueva, C., Ibrahim, M., Harvey, C. y Esquivel, H. 2003a. Tipologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. Agroforestería en las Américas. 10(39-40): 9-16.
- Villanueva, C., Ibrahim, M., Harvey, C., Sinclair, F. y Muñoz, D. 2003b. Decisiones claves que influyen sobre la cobertura arbórea en fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10(39-40): 69-77.

- Villanueva, C., Ibrahim, M., Harvey, C., Sinclair, F., Gómez, R., López, M. and Esquivel, H. 2004. Tree resources on pastureland in cattle production systems in the dry pacific region of Costa Rica and Nicaragua. *In: t' Mannetje, L., Ramírez, L., Ibrahim, M., Sandoval, C., Ojeda, N. and Ku, J. (Eds.). The importance of silvopastoral systems for providing ecosystems services and rural livelihoods. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. p. 183-188.*
- Villanueva, C., Ibrahim, M., Casasola, F. y Arguedas, R. 2005. Las cercas vivas en las fincas ganaderas. Serie Cuadernos de Campo. Proyecto Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Banco Mundial y CATIE. Managua, Nicaragua. 19 p.
- WAC, 2010. Agroforestry Database. World Agroforestry Centre. Disponible en la dirección:
<http://www.worldagroforestrycentre.org/resources/databases/agroforestry>
 consultada en diversas fechas durante 2010.
- Wadsworth, F.H. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Manual de Agricultura 710-S. Servicio Forestal. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Washington, DC. 603 p.
- West, R.C., Psuty, N.P. and Thom, B.G. 1976. The Tabasco Lowlands in the Southeast Mexico. Coastal Studies Institute. Louisiana State University Press. Baton Rouge.
- Wong, C.C. 1990. Shade tolerance of tropical forages: a review. *In: Shelton, H.M. and Stür, W.W. (Eds.). Forages for plantation crops. ACIAR Proceedings N° 32. pp. 64-69.*

8. ANEXOS

ANEXO 1.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOCALIDADES EN LAS QUE SE HICIERON EVALUACIONES EN POTREROS

Municipio, localidad o sitio	Localización
Macuspana	
Pedro C. Colorado 1ª.	17° 41' 35" N; 92° 30' 11" W
Ejido Palomas	17° 39' 16" N; 92° 28' 38" W
Ejido Melchor Ocampo	17° 33' 56" N; 92° 29' 51" W
Ejido Buenavista Apasco	17° 39' 31" N; 92° 26' 35" W
Chivalito 2a.	17° 36' 36" N; 92° 26' 24" W
Caparroso 1ª.	17° 35' 24" N; 92° 29' 24" W
Caparroso 2ª.	17° 35' 24" N; 92° 29' 24" W
Teapa	
Rancho Julio Meza	17° 34' 17" N; 92° 57' 9" W
Rancho San Agustín	17° 34' 17" N; 92° 57' 9" W
Nicolás Bravo	17° 29' 28" N; 92° 57' 22" W
Jalapa	
Ejido Emiliano Zapata	17° 46' 24" N; 92° 50' 58" W
Progreso	17° 45' 42" N; 92° 51' 12" W
Tacotalpa	
Nueva Reforma	17° 23' 04" N; 92° 44' 20" W
Lázaro Cárdenas	17° 32' 40" N; 92° 48' 12" W
San Manuel	17° 30' 06" N; 92° 45' 30" W
Madrigal 4ta, Sección	17° 30' 34" N; 92° 46' 25" W
Santa Rosa Poaná	17° 32' 50" N; 92° 44' 57" W
Caridad Guerrero	17° 24' 35" N; 92° 45' 16" W
Xicoténcatl	17° 30' 36" N; 92° 26' 24" W
Ejido Reforma	17° 32' 24" N; 92° 46' 12" W

ANEXO 2

LISTA PRELIMINAR DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS DEL ESTADO DE TABASCO

	Nombre común	Nombre científico	Familia Botánica	Origen
1.	Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	Fabaceae	N
2.		<i>Acacia mayana</i>		
3.	Charamusco	<i>Acacia sp.</i>	Fabaceae	N
4.	Chamarrito	<i>Acalypha macrostachya</i>	Euphorbiaceae	
5.		<i>Acrocarpus fraxinifolia</i>	Fabaceae	I
6.	Coyol, cocoyol	<i>Acrocomia aculeata</i>	Arecaceae	I
7.		<i>Aiouea inconspicua</i>		
8.	Castarrica	<i>Alibertia edulis</i>	Rubiaceae	N
9.		<i>Alchornea latifolia</i>	Euphorbiaceae	
10.		<i>Alseis yucatanensis</i>	Rubiaceae	
11.		<i>Ampelocera hottlei</i>	Ulmaceae	N
12.	Huiro de montaña	<i>Amphitecna macrophylla</i>	Bignoniaceae	
13.		<i>Amphitecna regalis</i>	Bignoniaceae	
14.		<i>Amphitecna sp.</i>	Bignoniaceae	
15.		<i>Amphitecna apiculata</i>	Bignoniaceae	
16.		<i>Amphitecna donell-smithii</i>	Bignoniaceae	
17.		<i>Amphitecna [Enallagma] latifolia</i>	Bignoniaceae	
18.	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	N
19.	Macayo	<i>Andira galleotiana</i>	Fabaceae	N
20.	Saramullo, saramulla, chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	Annonaceae	N
21.	Arbol del corcho	<i>Annona glabra</i>	Annonaceae	
22.	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	N
23.	Chincuya, poosh	<i>Annona purpurea</i>	Annonaceae	N
24.	Anona, anona roja	<i>Annona reticulata</i>	Annonaceae	N
25.		<i>Annona sp.</i>	Annonaceae	
26.	Anona blanca	<i>Annona squamosa</i>	Annonaceae	N
27.		<i>Annona scleroderma</i>	Annonaceae	
28.	Castaña (árbol del pan; pan de sopa)	<i>Arthocarpus altis</i>	Moraceae	I
29.	Pan de sopa	<i>Arthocarpus humilis</i>	Moraceae	I
30.		<i>Aspidosperma cruentum</i>	Apocynaceae	
31.		<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Apocynaceae	
32.	Chichón, chapaya, chapay	<i>Astrocaryum mexicanum</i>	Arecaceae	N
33.	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	N
34.	Corozo	<i>Attalea butyracea</i>	Arecaceae	
35.	Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	Oxalidaceae	I
36.		<i>Avicennia germinans</i>	Verbenaceae	N
37.	Jahuacte, chiquiyul	<i>Bactris baculifera</i>	Arecaceae	N
38.	Achiote	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	N
39.	Popistle	<i>Blepharidium mexicanum</i>	Rubiaceae	N
40.	Canacoite	<i>Bravaisia integerrima</i>	Acanthaceae	N
41.	Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	N
42.		<i>Brosimum lactescens</i>	Moraceae	

Continúa Lista Preliminar ...

43.	Osh amarillo	<i>Brosimum terrabanum</i>	Moraceae	N
44.	Pukté	<i>Bucida buceras</i>	Combretaceae	N
45.	Sasafrás	<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae	
46.	Palo mulato	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	N
47.	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malphiaceae	N
48.	Chicharo de árbol	<i>Cajanus cajan</i>	Fabaceae	I
49.	Bari, Guaya	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae	N
50.	Bazo de caballo, Guineillo, Ospí	<i>Capparis baduca</i>	Capparaceae	
51.		<i>Capparis heydeana</i>	Capparaceae	
52.		<i>Capparis mollicela</i>	Capparaceae	
53.		<i>Capparis quiriguensis</i>	Capparaceae	
54.		<i>Capparis tuerckheimii</i>	Capparaceae	
55.	Oreja de mico, papaya chica, papayita	<i>Carica mexicana</i>	Caricaceae	N
56.	Papaya	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	N
57.	Caña fistola	<i>Cassia grandis</i>	Caesalpiniaceae	N
58.		<i>Cassia sp.</i>	Caesalpiniaceae	
59.	Dormilón	<i>Cassia sp.</i>	Caesalpiniaceae	
60.	Hule	<i>Castilla elastica</i>	Moraceae	N
61.	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae	I
62.	Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Moraceae	N
63.	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	N
64.	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	N
65.		<i>Ceratophyllum tetragonolobum</i>	Bignoniaceae	
66.	Amargoso	<i>Cestrum racemosum</i>	Solanaceae	
67.	Guayita de río	<i>Chamaedorea cataractarum</i>	Arecaceae	
68.	Palma camedor	<i>Chamaedorea elegans</i>	Arecaceae	
69.	Guaya de cerro	<i>Chamaedorea sp.</i>	Arecaceae	
70.	Guaya de montaña, joma	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Arecaceae	N
71.		<i>Chione chiapasensis</i>	Rubiaceae	
72.	Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Chrysobalanaceae	N
73.	Caimito	<i>Chrisophyllum caimito</i>	Sapotaceae	N
74.	Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Lauraceae	I
75.	Limón dulce	<i>Citrus aurantifolium</i>	Rutaceae	I
76.	Limón, naranja agria	<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae	I
77.	Naranja grey	<i>Citrus grandis</i>	Rutaceae	I
78.		<i>Citrus limetta</i>	Rutaceae	I
79.	Limón agrio	<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	I
80.	Limón dulce	<i>Citrus limota</i>	Rutaceae	I
81.	Limón real	<i>Citrus medica</i>	Rutaceae	I
82.		<i>Citrus nobilis</i>	Rutaceae	I
83.	Toronja	<i>Citrus paradisiaca</i>	Rutaceae	I
84.	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	I
85.	Naranja agria	<i>Citrus vulgaris</i>	Rutaceae	I
86.	Muste, izonte	<i>Clerodendrum ligustrinum</i>	Verbenaceae	
87.	Chaya, chayamansa	<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	Euphorbiaceae	
88.	Chaya pica, chaya col	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Euphorbiaceae	
89.	Tocoi	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Poligonaceae	N
90.	Pochote	<i>Cochlospermum vitifolia</i>	Cochlospermaceae	N
91.	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	I

Continúa Lista Preliminar ...

92.	Café	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae	I
93.	Tatuán	<i>Colubrina arborescens</i>	Rhamnaceae	N
94.		<i>Conocarpus erectus</i>	Combretaceae	N
95.	Uspí, pío, juspi	<i>Couepia polyandra</i>	Chrysobalanaceae	
96.	Bojón	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	N
97.	Siricote	<i>Cordia dodecandra</i>	Boraginaceae	N
98.		<i>Cordia stellifera</i>	Boraginaceae	
99.	Candelero	<i>Cordia sp.</i>	Boraginaceae	N
100.	Vara prieta	<i>Cordia sp.</i>	Boraginaceae	N
101.	Carreto	<i>Cornutia pyramidata</i>	Verbenaceae	N
102.	Coscorrón	<i>Crataeva tapia</i>	Caparidaceae	N
103.	Jicaro	<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae	N
104.		<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae	N
105.	Chipilín	<i>Crotalaria longirostrata</i>	Fabaceae	
106.	Chipilín, Ch. de conejo, Ch. de culebra	<i>Crotalaria maypurensis</i>	Leguminosae	
107.		<i>Cupania dentata</i>	Sapindaceae	
108.		<i>Cupania macrophylla</i>	Sapindaceae	
109.	Quebracho	<i>Cupania sp.</i>	Sapindaceae	N
110.	Raspa viejo, tachicón	<i>Curatella americana</i>	Dilleniaceae	N
111.	Ekixil	<i>Cydista potosina</i>	Bignoniaceae	
112.	Bejuco de tachicón, anonillo	<i>Cymbopetalum penduliflorum</i>	Annonaceae	
113.		<i>Dalbergia glomerata</i>	Leguminosae	
114.	Framboyán	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	N
115.		<i>Dendropanax arborea</i>	Araliaceae	N
116.	Bayil	<i>Desmoncus sp.</i>	Arecaceae	
117.	Guapaque	<i>Dialium guianense</i>	Fabaceae	N
118.	Mareta, pie de gallina	<i>Didymopanax morototoni</i>	Araliaceae	
119.	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	Sapotaceae	
120.	Chipilcoi, chipilcoíte	<i>Diphyssa robinoides</i>	Fabaceae	N
121.	Palomillo	<i>Dodonaea viscosa</i>	Sapindaceae	N
122.	Maicera	<i>Dracaena sp.</i>	Liliaceae	I
123.		<i>Dyospiros campechiana</i>	Ebenaceae	
124.	Zapote negro	<i>Dyospiros digyna</i>	Ebenaceae	N
125.		<i>Drypetes brownie</i>	Euphorbiaceae	
126.	Guíro	<i>Enallagma sp.</i>	Bignoniaceae	
127.	Guanacastle	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae	N
128.	Pichi	<i>Enterolobium sp.</i>	Fabaceae	N
129.	Chontal	<i>Erythrina americana</i>	Fabaceae	N
130.	Eritrina	<i>Erythrina folkersii</i>	Fabaceae	N
131.	Moté	<i>Erythrina sp.</i>	Fabaceae	N
132.	Eucalipto	<i>Eucalyptus spp.</i>	Myrtaceae	I
133.	Pomarrosa	<i>Eugenia jambos</i>	Myrtaceae	N
134.	Amate	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	N
135.	Pogón	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	N
136.	Higo	<i>Ficus carica</i>	Moraceae	N
137.		<i>Ficus insipida</i>	Moraceae	
138.	Tres Marlas	<i>Forchhammeria trifoliata</i>	Capparaceae	
139.		<i>Garcia parvifolia</i>	Euphorbiaceae	

Continúa Lista Preliminar ...

140. Limoncillo de montaña	<i>Garcinia intermedia</i> , <i>Callophyllum edule</i> , <i>Rheedia</i> <i>intermedia</i> , <i>R. edulis</i>	Clusiaceae (Guttiferae)	N
141. Jague, Jagua	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	N
142. Cocoite	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	N
143. Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Verbenaceae	I
144. Cacho de diablo	<i>Godmania aesculifolia</i>	Bignoniaceae	
145.	<i>Guarea glabra</i>	Meliaceae	
146.	<i>Guarea grandiflora</i>	Meliaceae	
147.	<i>Guarea sp.</i>	Meliaceae	N
148.	<i>Guatteria amplifolia</i>	Annonaceae	N
149. Corcho negro	<i>Guatteria anomala</i>	Annonaceae	N
150. Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	N
151.	<i>Guettarda combsii</i>	Rubiaceae	
152. Tinto	<i>Haematoxylon campechianum</i>	Fabaceae	N
153. Majagua	<i>Hampea grandiflora</i>	Moraceae	N
154. Jolotzin	<i>Heliocarpus donnell-smith</i>	Tiliaceae	N
155. Hule	<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	I
156. Tulipán	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Malvaceae	I
157.	<i>Hirtella americana</i>	Chrysobalanaceae	
158. Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpiniaceae	N
159.	<i>Ilex costaricensis</i>	Aquifoliaceae	
160. Jinicuil	<i>Inga edulis</i>	Fabaceae	N
161. Guatope	<i>Inga fissicallix</i>	Fabaceae	
162. Jinicuil	<i>Inga jinicuil</i>	Fabaceae	N
163.	<i>Inga laurina</i>	Fabaceae	
164. Chelele, biche	<i>Inga leptoloba</i>	Fabaceae	
165. Cuijinicuil	<i>Inga paterno</i>	Fabaceae	N
166.	<i>Inga sp.</i>	Fabaceae	
167.	<i>Inga sp.</i>	Fabaceae	
168. Guapetate	<i>Inga sp.</i>	Fabaceae	
169. Guatope	<i>Inga vera</i>	Fabaceae	N
170. Jacaranda	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	Bignoniaceae	I
171. Piñoncillo	<i>Jathropa curcas</i>	Euphorbiaceae	N
172.	<i>Laetia thamnina</i>	Flacourtiaceae	
173.	<i>Laguncularia racemosa</i>	Combretaceae	N
174.	<i>Leucaena glauca</i>	Fabaceae	N
175. Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	N
176. Cacahuananche	<i>Licania arborea</i>	Chrysobalanaceae	N
177.	<i>Licania platypus</i>	Chrysobalanaceae	N
178.	<i>Licaria peckii</i>	Lauraceae	
179. Cesniche	<i>Lippia myriocephala</i>	Verbenaceae	N
180.	<i>Lippia sp.</i>	Verbenaceae	
181. Liquidámbur	<i>Liquidambar stracifolia</i>	Hamamelidaceae	N
182.	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	Fabaceae	N
183. Palo de gusano	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	Fabaceae	N
184. Pichicoso, pichicoi	<i>Lycianthes stephanocalyx</i>	Solanaceae	
185. T'zalam	<i>Lysiloma bahamensis</i>	Mimosaceae	N
186. Grosella roja	<i>Malpighia glabra</i>	Malpighiaceae	N
187. Mamey, mamey de Sto. Domingo	<i>Mammea americana</i>	Clusiaceae	N
188. Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	I

Continúa Lista Preliminar ...

189.	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	N
190.	Hoja de lata; Manzano	<i>Miconia argentea</i>	Melastomataceae	N
191.		<i>Mimosa sp.</i>	Mimosaceae	
192.		<i>Mortoniendendron guatemalense</i>	Tiliaceae	
193.	Capulín	<i>Muntingia calabura</i>	Flacourtiaceae (Aeleocarpaceae)	N
194.	Plátano cuadrado	<i>Musa balbisiana</i>	Musaceae	I
195.	Plátano dátil	<i>Musa acuminata</i>	Musaceae	I
196.	Guineo, plátano roatán	<i>Musa sapientum</i>	Musaceae	I
197.	Plátano	<i>Musa sp.</i>	Musaceae	I
198.		<i>Nectandra lundellii</i>	Lauraceae	
199.	Laurel	<i>Nectandra sp.</i>	Lauraceae	N
200.	Jopi	<i>Ochroma lagopus</i>	Bombacaceae	N
201.	Cacaté	<i>Oecopetalum mexicanum</i>	Icacinaceae	N
202.	Nopal	<i>Opuntia sp.</i>	Cactaceae	
203.	Caracolillo	<i>Ormosia sp.</i>	Fabaceae	N
204.		<i>Oxandra belizensis</i>	Annonaceae	
205.	Apompo	<i>Pachira aquatica</i>	Bombacaceae	N
206.	Cuajilote, Crucetillo	<i>Parmentiera aculeata</i>	Bignoniaceae	N
207.	Cuajilote	<i>Parmentiera edulis</i>	Bignoniaceae	N
208.	Tasiste	<i>Pawrotis wrightii</i>	Arecaceae	N
209.	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	N
210.	Chinin	<i>Persea schiediana</i>	Lauraceae	N
211.	Grosella amarilla	<i>Phyllanthus acidus</i>	Euphorbiaceae	I
212.	Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>	Myrtaceae	N
213.	Momo	<i>Piper auritum</i>	Piperaceae	N
214.	Javín	<i>Piscidia communis</i>	Fabaceae	N
215.		<i>Pithecellobium arboreum</i>	Fabaceae	N
216.	Lorillo, Guacibán	<i>Pithecellobium leucocalyx</i>	Fabaceae	
217.	Samán	<i>Pithecellobium saman</i>	Fabaceae	N
218.		<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	Bignoniaceae	
219.		<i>Platymiscium sp.</i>	Fabaceae	N
220.	Cachimbo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Fabaceae	N
221.	Café salón	<i>Pollyscias guilfoiley</i>	Araliaceae	I
222.		<i>Posoqueria latifolia</i>	Rubiaceae	
223.	Mazamorro	<i>Poulsenia armata</i>	Moraceae	N
224.	Kanisté	<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae	N
225.	Chocho	<i>Pouteria hypoglaucha</i>	Sapotaceae	
226.		<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotaceae	
227.	Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Sapotaceae	N
228.	Copal	<i>Protium copal</i>	Burseraceae	N
229.		<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	
230.		<i>Pseudolmedia oxyphillaria</i>	Moraceae	
231.	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	N
232.		<i>Psychotrya chiapensis</i>	Rubiaceae	
233.	Palo de sangre	<i>Pterocarpus hayesii</i>	Fabaceae	
234.	Granada, granada roja	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae	I
235.	Molinillo	<i>Quararibea fimebris</i>	Bombacaceae	N
236.	Encino	<i>Quercus oleoides</i>	Fagaceae	N
237.	Limoncillo	<i>Rheedia edulis</i>	Clusiaceae	N
238.		<i>Rheedia macrantha</i>	Clusiaceae	
239.		<i>Rhizophora mangle</i>	Rhizophoraceae	N

Continúa Lista Preliminar ...

240.	Anonilla	<i>Rollinia jimenezii</i>	Annonaceae	
241.		<i>Rollinia rensioniana</i>	Annonaceae	
242.		<i>Roseodendron donell-smithii</i>		N
243.	Palma real	<i>Roystonea regia</i>	Arecaceae	I
244.		<i>Sabal mexicana</i>	Arecaceae	N
245.	Guano redondo	<i>Sabal yucatanensis</i>	Arecaceae	N
246.	Gogo	<i>Salacia eliptica</i>	Hippocrataceae	
247.	Sauce	<i>Salix chilensis</i>	Salicaceae	N
248.	Cola de tigre	<i>Sansevieria sp.</i>	Liliaceae	I
249.	Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	N
250.		<i>Saurauia cana</i>	Actinidiaceae	
251.		<i>Saurauia rubiformis</i>	Actinidiaceae	
252.	Acalama	<i>Saurauia scabrida</i>	Actinidiaceae	
253.	Mameyito	<i>Saurauia serrata</i>	Actinidiaceae	
254.		<i>Saurauia yasicae</i>	Actinidiaceae	
255.	Corozo	<i>Scheelea liebmanni</i>	Arecaceae	N
256.		<i>Schefflera morototonii</i>	Araliaceae	
257.		<i>Sebastiania longicuspis</i>	Euphorbiaceae	
258.	Tarantana	<i>Senna alata</i>	Fabaceae	N
259.	Quelite	<i>Senna fruticosa</i>	Fabaceae	
260.	Gusano	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	N
261.		<i>Simira salvadorensis</i>	Rubiaceae	
262.	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	I
263.	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	N
264.	Ciruela	<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	N
265.		<i>Spondias radlkoferi</i>	Anacardiaceae	
266.	Jobo espinoso	<i>Spondias sp.</i>	Anacardiaceae	N
267.	Ixlaul, flor de chorote	<i>Stemmadenia galeottiana</i>	Apocynaceae	
268.		<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	Apocynaceae	
269.	Bellota	<i>Sterculia mexicana (apetala)</i>	Sterculiaceae	N
270.		<i>Swartzia cubensis</i>	Fabaceae	N
271.	Chacté, Chalté, cencerro	<i>Sweetia panamensis</i>	Fabaceae	N
272.	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	N
273.	Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i> (guayacan)	Bignoniaceae	N
274.		<i>Tabebuia donnellsmithii</i>	Bignoniaceae	N
275.	Macuilís	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	N
276.	Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i>	Sapindaceae	N
277.	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	I
278.	Jondura	<i>Tapiriria mexicana</i>	Anacardiaceae	
279.	Sardinillo	<i>Tecoma [Tecomaria] capensis</i>	Bignoniaceae	I
280.	Batilimi	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	N
281.	Teca	<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae	I
282.	Amarillo	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	N
283.	Almendro	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	I
284.	Patate	<i>Theobroma bicolor</i>	Sterculiaceae	N
285.	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	Sterculiaceae	N
286.	Cedrillo	<i>Trichilia havanensis</i>	Meliaceae	N
287.		<i>Trichilia moschata</i>	Meliaceae	
288.		<i>Trichospermum mexicanum</i>	Tiliaceae	N
289.	Ramoncillo	<i>Trophis racemosa</i>	Moraceae	N

Continúa Lista Preliminar ...

290. Papayita	<i>Vasconcella cauliflora</i>	Caricaceae	
291.	<i>Vatairea lundellii</i>	Fabaceae	N
292.	<i>Vismia camparaguey</i>	Clusiaceae	N
		Guttiferae	
293.	<i>Vismia sp.</i>	Clusiaceae	
294.	<i>Vitex gaumeri</i>	Verbenaceae	
295. Maca blanca, Volador	<i>Vochysia hondurensis</i>	Vochysiaceae	N
296. Capulincillo	<i>Xylopia frutescens</i>	Annonaceae	
297. Izote	<i>Yucca filifera</i>	Tiliaceae	N
298.	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Rutaceae	
299.	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	N
300.	<i>Zuelania guidonia</i>	Flacourtiaceae	N

ANEXO 3.
FICHAS INFORMATIVAS DE LAS ARBÓREAS SELECCIONADAS

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	Burseraceae

Características biológicas y ecológicas 1									
Zonas	Tolerancia a			Tolerancia a suelos			Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos			
Planicie, lomeríos y sierra	Buena (rápida regeneración después del tala	Baja	Moderada	Alta	Moderada	Alta	Sí (buena)	Estacas y semilla	Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Capacidad de Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Rápido	Alta	Hojas	Rápida	Medio	Alto	Muchos pájaros consumen su fruto entero

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %
Follaje	15.4	Alta	52.7	42.5	49.6

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Madera (muebles y construcción), leña, carbón, medicinal, melífera (flor) y proporciona propóleo para la colmena.	Follaje caducifolio	Alto

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Diphysa robinoides</i>	Chipilcoi, chipilcoite	Leguminosae

Características biológicas y ecológicas 1									
	Tolerancia a			Tolerancia a suelos					
Zonas	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos	Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
Planicie, lomeríos y sierra	Media	Media	Baja	Alta	Alta	Media	Si	Semilla, estacas	Alta (semilla o estacas)

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Capacidad de Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Fácil	Media-Alta	Hojas	Media	Medio	Alto	Fijador de N; el follaje es una buena fuente de abono verde

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %
Follaje	20.7	Baja	43.6	28.3	61.3

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Leña, carbón, madera (muebles y construcción), poste ó CV, ornamental, sombra de cacao, medicinal (corteza) y neclarifero.	ND	Medio a Alto

ND = No Disponible

N. científico	N. común		Familia Botánica
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste, guanacaste, piche		Leguminosae

Características biológicas y ecológicas 1									
Tolerancia a			Tolerancia a suelos						
Zonas	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos	Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
Planicie, lomeríos y sierra	Baja	Alta	Poca	ND	Buena	Buena	Si	Tallo (tocón) y semilla	Si Alto

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Capacidad de rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Fácil	Muy Buena	Hojas	Alto	Medio	Alto	Fijación de N

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Acido %	DIVMS %
Follaje	18.6	Media	59.5	37.3	45.2

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Leña, carbón, madera (muebles y construcción). curtiembre, medicinal, melífera(flor) y soporífera (fruto: vaina)	Follaje caducifolio	Alto o muy alto

ND = No Disponible

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Erythrina</i> sp.	Moté, chontal, madre	Leguminosae

Características biológicas y ecológicas 1									
Tolerancia a			Tolerancia a suelos						
Zonas	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos	Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
Planicie, lomeríos y sierra	Alta	Alta	Baja	ND	Media	Media	Si	Semilla y estaca	Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Capacidad de Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Fácil	Alta	Hojas	Alta	Alto	Alto	Fijación de N

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %
Follaje	20.1	Media	52.6	35.9	49.2

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Abono verde, sombra, leña, medicinal	Follaje caducifolio	Alto

ND = No Disponible

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Gliricidia sepium</i>	cocoite	Leguminosae

Características biológicas y ecológicas 1									
Tolerancia a			Tolerancia a suelos						
Zonas	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos	Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
Planicie, lomeríos y sierra	Alta	Media	Media	ND	Moderada	Moderada	Sí	Estaca y semilla	Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Fácil	Elevado	Hojas	Muy rápido	Alto	Alto	Fijación de N

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %
Follaje	20.6	Media	55.3	39.4	62.4

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Leña, carbón, consumo humano(flor y hoja), madera (construcción y muebles), insecticida, medicinal, melífera (flor) y tutor	Follaje caducifolio (durante la floración)	Muy alto

ND = No Disponible

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Sterculiaceae

Características biológicas y ecológicas 1									
Tolerancia a			Tolerancia a suelos						
Zonas	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos	Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
Planicie, lomeríos y sierra	Bajo	Baja	Media	Buena	Media	ND	Si	Estacas y semilla	Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Capacidad de Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Fácil	Buena	Hojas y frutos	Rápido	Buena	Alto	Muchos usos

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %
Follaje	18.5	Baja	49.7	34.5	57.3

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Leña, carbón, fruto comestible, madera (construcción y muebles), medicinal, melífera (flor) y soporífera	Follaje caducifolio	Muy alto

ND = No Disponible

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena, guaje	Leguminosae

Características biológicas y ecológicas 1									
		Tolerancia a			Tolerancia a suelos				
Zonas	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos	Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
Planicie, lomeríos y sierra	Alta	Baja	Baja	Media	Baja	Buena	Si	Semilla y estacas	Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Capacidad de Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Establecimiento inicial lento; fácil adaptación.	Alta	Hojas	Alta	Alto	Alto	Fijación de N

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %
Follaje	22.5	Media	51.3	28.1	65.9

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Leña, carbón, fruto comestible, madera (construcción), medicinal y melitera (flor).	Follaje perennifolio o caducifolio. Susceptible al insecto <i>Heteropsylla cubana</i> . Tendencia a convertirse en maleza invasora. Aminoácido tóxico (mimosina).	Muy alto

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Pithecellobium saman</i>	Samán	Leguminosae

Características biológicas y ecológicas 1									
	Tolerancia a			Tolerancia a suelos					
Zonas	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos	Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
Planicie, lomeríos y sierra		Baja	Media (estacional)	Buena	Buena	ND	Si	Semillas y estacas	Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Capacidad de Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Fácil	Media	Hojas, frutos	Alta -Media	Alto	Alto	Fijación de N; abono verde

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Acido %	DIVMS %
Follaje	22.3	Media	65.7	46.4	35.8

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Leña, carbón, madera (muebles y construcción), sombra de cacao, café y otros cultivos, ornamental y neectarífero.	Arbol muy grande y con grandes ramificaciones	Alto

ND = No Disponible

N. científico	N. común		Familia Botánica
<i>Salix chilensis</i>	Sauce		Salicaceae

Características biológicas y ecológicas 1									
Tolerancia a			Tolerancia a suelos						
Zonas	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos	Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
Planicie	Alta	Baja	Alta	Media	Baja	Media	Si	Estacas, esquejes y semilla	Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Capacidad de Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Fácil	Alta	Hojas	Alta	Medio	Alto	

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %
Follaje	14.8	Alta	53.7	40.1	52.3

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Leña, carbón, madera(construcción y muebles), postes, ornamental, sombra, medicinal, cortina rompevientos, linderos y productora de propóleo.	Follaje perennifolio o caducifolio Posible elevado contenido de taninos Interacción con micorizas Alcaloide salicina Salicilatos La herbivoría es un factor crítico en los dos primeros años de vida	Medio

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance, nanche	Malpighiaceae

Características biológicas y ecológicas 1								
Zonas	Tolerancia a			Tolerancia a suelos			Método de propagación	Facilidad de propagación
	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos		
Planicie, lomeríos y sierra	Tolera bien corte ó poda	ND	Baja	Alta	ND	Alta	Sí	Semilla, estacas Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Capacidad de Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Alta	Media	Frutos, hojas	Rápido	Medio	Medio	Abono verde de fácil descomposición

Valor nutricional y composición química						
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %	
fruto	5,4	Media	ND	ND	ND	

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Tinte, leña, carbon, fruto comestible, madera (construcción y muebles), curtiembre, medicinal y melitera (flor)	Follaje perennifolio o caducifolio	Alto

ND = No Disponible

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Inga</i> sp.	Jimicuil, chalum, chelele	Leguminosae

Características biológicas y ecológicas 1									
Zonas	Tolerancia a			Tolerancia a suelos			Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos			
Planicie, lomeríos y sierra	Media	Media	Alta	ND	Alta	Alta	Si	Cortes, brotes ó retoños y semilla	Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Capacidad de Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Alta	Alta	Hojas, frutos	Alta	Media	Alto	Fijación de N

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %
Follaje	19.2	Alta	53.4	42	43.7

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Leña, carbón, fruto comestible, madera (construcción y muebles), ornamental, sombra para café y cacao, medicinal, melífera (flor) y nectarífera.	Follaje perennifolio o caducifolio	Alto (suelo)

ND = No Disponible

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Parmentiera edulis</i>	Cuajilote	Bignoniaceae

Características biológicas y ecológicas 1									
Zonas	Tolerancia a			Tolerancia a suelos			Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos			
Planicie, lomeríos y sierra	Buena	Baja	Baja	ND	ND	ND	Si	Semilla	Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Fácil	ND	Frutos	Medio	Medio	Alto	Frutos maduros todo el año

Valor nutricional y composición química					
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %
fruto	2.7	ND	ND	ND	ND

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Leña, ornamental y sombra	Follaje caducifolio	

ND = No Disponible

N. científico	N. común	Familia Botánica
<i>Spondias</i> sp.	Jobo	Anacardiaceae

Características biológicas y ecológicas 1									
Tolerancia a			Tolerancia a suelos						
Zonas	Ramoneo o defoliación	Sombra	Inundación	Baja fertilidad	Ácidos	Calcareos	Regeneración natural	Método de propagación	Facilidad de propagación
Planicie, lomeríos y sierra	Media	Baja	Baja	Media	Baja	ND	Sí	Estacas y semilla	Alta

Características biológicas y ecológicas 2						
Establecimiento o adaptación	Rebrote	Parte utilizada	Tasa de crecimiento	Potencial de producción de biomasa	Potencial para la restauración o reforestación	Otros beneficios
Buena	Medio	Hojas, fruto	Alta	ND	Alto	ND

Valor nutricional y composición química						
Parte utilizada	Proteína cruda %	Presencia de Taninos	Fibra Detergente Neutro %	Fibra Detergente Ácido %	DIVMS %	
Follaje	5.1	Media	52.4	42.2	49.3	

Otros usos	Limitantes o precauciones	Potencial para el desarrollo de SSP
Leña, madera (celulosa y construcción), fruto comestible, medicinal, sombra, cerco vivo, alimento de fauna, melífera (flor), apicultura.	Follaje caducifolio	Medio

ND = No Disponible

ANEXO 4

RESUMEN DE TODAS LAS ESPECIES ARBÓREAS ENCONTRADAS EN LOS DOS PRINCIPALES SISTEMAS SILVOPASTORILES DE LA SIERRA DE TABASCO

Familias y Especies	Nombres comunes	Hábitat	Origen
Anacardiaceae			
<i>Mangifera indica</i>	Mango	C	I
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	P	N
Annonaceae			
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	C	
<i>Annona reticulata</i>	Anona	C	N
Arecaceae			
<i>Bactris gasipaes</i>	Palma Pejibaye	S	
<i>Cocos nucifera</i>	Palma de coco	C	I
<i>Roystonea regia</i>	Palma Real	P	N
<i>Scheelea liebmanni</i>	Palma de corozo	P	N
Bignoniaceae			
<i>Parmentiera edulis</i>	Cuajilote	S	
<i>Tabebuia rosea</i>	Macuilís	P	N
<i>Tabebuia guayacan</i>	Guayacán	P	N
Bombacaceae			
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	P	N
<i>Pachira aquatica</i>	Zapote de agua	P	N
Boraginaceae			
<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	S	N
Burseraceae			
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	P	N
Capparidaceae			
<i>Crataeva tapia</i>	Coscorrón	P	N
Cecropiaceae			
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	S	N
Clusiaceae			
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Barí	P	N
Cochlospermaceae			
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Pochote		
Elaeocarpaceae			
<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	P	N
Euphorbiaceae			
<i>Hevea brasiliensis</i>	Hule	C	I
Fagaceae			
<i>Quercus oleoides</i>	Encino, Roble	P	N
Flacourtiaceae			
<i>Casearia nitida</i>	Botoncillo	P	N
Icacinaceae			
<i>Oecopetalum mexicanum</i>	Cacaté	P	N

Continúa Resumen de todas las especies arbóreas ...

Lauraceae				
<i>Nectandra sanguinea</i>	Laurel		P	N
<i>Persea americana</i>	Aguacate		P	N
<i>Persea schiedeana</i>	Chinín		P	N
Leguminosae				
<i>Andira galeottiana</i>	Macayo		P	N
<i>Diphysa robinoides</i>	Chipilcoi,	Chipilcoíte,	P	N
	Pichilcoi			
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacastle		P	N
<i>Erythrina</i> sp.	Madre		P	N
<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoíte		S	N
<i>Haematoxylon campechianum</i>	Tinto		P	N
<i>Inga jinicuil</i>	Jinicuil		P	N
<i>Inga vera</i>	Chelele		P	N
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena		S	N
<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	Gusano		P	N
<i>Lysiloma bahamensis</i>	Pinolillo, Tzalam		P	N
<i>Pithecellobium saman</i>	Samán		P	N
<i>Sweetia panamensis</i>	Chakté		P	N
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Cachimbo		P	N
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo		C	I
<i>Vatairea lundellii</i>	Tinco		P	N
Malpighiaceae				
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche		P	N
Melastomataceae				
<i>Miconia argentea</i>	Cenizo, hoja de lata		P	N
Meliaceae				
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro		P	N
<i>Guarea glabra</i>	Cascarillo		P	N
Moraceae				
<i>Arctocarpus altilis</i>	Pan de sopa		S	
<i>Castilla elastica</i>	Hule criollo		P	N
<i>Ficus oerstedia</i>	Amate		P	N
<i>Ficus padifolia</i>	Pogón; mata palo		P	N
<i>Ficus</i> sp.	Ficus		S	N
<i>Trophis racemosa</i>	Ramoncillo		P	N
Myrtaceae				
<i>Eugenia capuli</i>	Escobillo		P	N
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba		C	
<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta gorda, Pimienta Tabasco		P	N
Piperaceae				
<i>Piper nigrum</i>	Pimienta		C	I
Rhamnaceae				
<i>Colubrina arborescens</i>	Tatuán		P	N

Continúa Resumen de todas las especies arbóreas ...

Rubiaceae				
<i>Blepharidium mexicanum</i>	Popistle	P		N
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Canelo	P		N
<i>Genipa americana</i>	Jagua	S		
Rutaceae				
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	C		I
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	C		I
<i>Citrus limon</i>	Limón	C		I
<i>Citrus maxima</i>	Toronja	C		I
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Cola de lagarto	P		N
Salicaceae				
<i>Salix chilensis</i>	Sauce	P		N
Sapindaceae				
<i>Cupania glabra</i>	Quebrache	P		N
<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	P		N
<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya	P		N
Sapotaceae				
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito, Cimarrón	P		N
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	P		N
<i>Pouteria sapota</i>	Mamey	P		N
Sterculiaceae				
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	S		N
<i>Sterculia mexicana</i>	Bellota	P		N
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	C		N
Tiliaceae				
<i>Belotia mexicana</i>	Patastillo	S		
Verbenaceae				
<i>Vitex gaumeri</i>	Nancillo	P		N

Importance and Function of Scattered Trees in Pastures in the Sierra Region of Tabasco, Mexico

¹D. Grande, ²F. de Leon, ³J. Nahed and ⁴F. Perez-Gil

¹Department of Biological Sciences,

Universidad Autonoma Metropolitana (UAM), Mexico City, Mexico

²Department of Agricultural Production, Division of Biological Sciences and Health,

Universidad Autonoma Metropolitana (UAM) Xochimilco, Mexico City, Mexico

³Division of Alternative Production Systems,

El Colegio de la Frontera Sur, San Cristobal de Las Casas, Chiapas, Mexico

⁴Department of Animal Nutrition,

National Institute of Medical Sciences and Nutrition Salvador Zubiran, Mexico City, Mexico

Abstract: Scattered Trees in Pastures (STP) are common in the Sierra Region of Tabasco (SRT) but currently are little known to researchers. The objective of this study was to identify and characterize STP of the SRT. In 23 selected pastures, all trees were inventoried and identified, their density, abundance and diversity were determined and Shannon and Simpson indexes were obtained. Also, diameter at Breast Height (DBH) and height were recorded for the trees and information was obtained regarding uses of the principal tree species. The 1600 STP recorded belonged to 31 botanical families and 75 species. Average density was 38 trees ha⁻¹, with a range of 12-146 trees ha⁻¹. Shannon and Simpson indexes were 2.8 and 0.09, respectively. The majority of individuals (1458) belonged to only 24 species. The most abundant species were *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, *Zanthoxylum riedelianum* and *Blepharidium mexicanum*, all of which are used as timber, the principal use for most STP. Many species (51) showed a reduced number of individuals in the pastures, 28 of the species only appeared once or twice. A majority of the trees had heights of 5-10 m and DBH of 10-29 cm with an average height of 10.1 m and an average DBH of 27 cm.

Key words: Scattered trees in pastures, tropical silvopastoral systems, Sierra Region of Tabasco, *Blepharidium mexicanum*, *Tabebuia rosea*, Mexico

INTRODUCTION

During the past 50 years in the south-eastern Mexican state of Tabasco, an intense process of implementing cattle raising has occurred. In 1950, an estimated 25.6% of the surface area of the state was covered with grasses for livestock production and by 2000, this statistic reached 76.4%. As with many other agricultural activities in Tabasco, the expansion of livestock production has brought about the elimination or destruction of vegetation and the disappearance of many plant and animal species. Therefore, by 1980, as a result of agricultural development, approximately 90% of the original vegetation had been devastated, especially in the evergreen tropical rain forest (Lopez, 1980) and in 1992, only 8% of the surface area of Tabasco was covered with original vegetation, 18% of which was in a highly disturbed state (Flores and Gerez, 1994). Most animal production systems have been developed based on the

extensive model, characterized by the cultivation of large grassy areas, ever increasing agro-chemical use and elevated use of other external inputs (Tudela, 1992).

Deforestation resulting from agricultural expansion, as well as implementation of the conventional extensive model in the majority of livestock production units has led to many adverse impacts on the environment and natural resources. With respect to soils, dramatic effects have been observed, such as diminishing organic matter and nutrients as well as accelerated soil erosion due to hydric erosion and mechanized cultivation (Larios and Hernandez, 1992). In the face of this situation, in the agricultural sector statewide and in animal production in particular, there is an urgent need to identify and evaluate practices, technologies and productive systems which allow for better resource use and management and which contribute to decreasing or reversing environmental impacts derived from agricultural activities. Silvopastoral Systems (SPS) represent one such alternative given that

Corresponding Author: D. Grande, Av. San Rafael, Atlitico 186 Col. Vicentina, Delegación Iztapalapa, C.P. 09340, Mexico City, Mexico

aside from increasing productivity and providing benefits to cattle ranchers and their animals such systems allow for recuperating soil fertility, microclimates and hydrological cycles similar to the original ones, as well as reestablishment of part of the surviving native flora and fauna (Harvey and Gonzalez, 2007). Such recuperation is very important in many environmentally degraded sites in the state of Tabasco. Currently, cattle ranchers of Tabasco practice several SPS with varied characteristics and levels of social, economic and environmental importance. Scattered Trees in Pastures (STP) are one of the main SPS's and have a broad species distribution and composition. However, they have been studied very little and to date few studies which characterize STP have been carried out. Knowledge of STP is very important due to the great impact they have on productivity of cattle ranches, principally due to the valuable products and functions they provide, such as wood and shade, as well as animal feed (Harvey and Haber, 1999, Pinto *et al.*, 2004). STP offer ecological benefits, such as contributing to conservation of habitat for animal species important to dispersing tree seeds so that natural regeneration may take place, as well as functioning as biological corridors (Harvey and Haber, 1999) and contributing to biodiversity conservation (Naranjo, 2003).

Woody species also may contribute to restoration of degraded pastures (Montagnani and Ugalde, 2001) and carbon storage (Botero, 2003, Ruiz *et al.*, 2004) and are a strategic alternative for reducing pressure on forests (Kaimowitz and Angelsen, 2008). Aside from the fact that knowledge of STP will allow for understanding their importance and will generate useful information for design and improvement of regional silvopastoral systems, such information can also serve as a basis for evaluating the role of scattered trees in pastures in forest species conservation and habitat restoration.

Based on these considerations, this study analyzes the importance, characteristics and principal products obtained from Scattered Trees in Pastures (STP) in the Sierra Region of Tabasco, as well as density, diversity and dasometric variables.

MATERIALS AND METHODS

Location and characteristics of the study region: This study was carried out in the Sierra Region of Tabasco (SRT), a southeastern state of Mexico with a surface of 2.4 million ha which comprises 1.3% of Mexico's total surface area. The SRT includes four municipalities (Jalapa, Tacotalpa, Macuspana and Teapa) and comprises a surface area of 435,135 ha or 17.7% of the total surface

area of the state (STCSG, 2008). The SRT has a warm humid tropical climate with annual rainfall of 3500-4000 mm and an average annual temperature of 26°C. Regional altitudes are no >800 masl (STCSG, 2008) and original vegetation was evergreen tropical rain forest. Principal agricultural activities of the zone are cultivation of tropical crops such as sugar cane, coffee, cocoa, bananas and rubber, as well as cattle production in extensive pasturing with native and introduced grasses, typically under silvopastoral management.

Evaluation of scattered trees in pastures: In order to evaluate scattered trees, 23 pastures under grazing were selected in which the presence of trees was immediately evident in a homogenous distribution. In the selected pastures, all scattered trees with a Diameter at Breast Height (DBH) >10 cm were inventoried and identified. Trees were identified in the field with the help of a local guide.

For each tree, DBH and total height were recorded. DBH was measured with a diametric tape, while height was obtained using a Bushnell electronic laser distance measuring device with a sensitivity of ± 1 m for measurements of 1500 feet. This device was also used to measure the perimeter of the pastures from which total surface area was obtained.

Additionally, information was collected regarding common uses of the zone's principal tree species. Possible decrease in forage production due to tree presence was determined based on the percentage of trees in the pastures in which diminished growth of grass below the canopies or near the trees was observed. Four levels of interference were established: very low, low, moderate or great when 0-10, 11-20, 21-30 or 31-40% of all trees, respectively showed this condition. During pasture evaluations, other indicators which could eventually interfere with growth of grass were also recorded for the trees (e.g., age, size and crown form).

Characterization of production systems: Through field visits and interviews with producers (40 interviews), additional information was obtained regarding scattered tree species in pastures and characteristics of regional silvopastoral systems.

The information was obtained through direct observations in the cattle ranches and through a questionnaire applied to ranchers using the semi structured informal interview technique (Vela, 2001).

Data analysis: Inventory and measurement data for the trees was analyzed with a descriptive statistical approach.

using Excel. With the information obtained, density and frequency of STP were calculated. In order to identify the diversity of scattered trees in the pastures, Shannon and Simpson diversity indexes were calculated. These two indexes were obtained separately as well as for the group of 23 pastures studied. The Shannon index (H') was obtained using the formula:

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \left(\ln \frac{n_i}{N} \right)$$

Where:

- n_i = The total number of individuals of species i
 N = The total number of individuals of all species
 n_i/N = The proportion of individuals of species i in relation to the total number of individuals (that is the relative abundance of species i)
 $\ln n_i/N$ = The natural logarithm of the value of the relative abundance of species i (Moreno, 2001)

The Simpson index (D) was calculated using the formula:

$$D = \frac{1}{\sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N-1)} \right)}$$

Where:

- n_i = The total number of individuals of species i
 N = The total number of individuals of all species (Moreno, 2001)

RESULTS

Density and diversity of tree species: Table 1 shows location, numbers of individuals and species, density and indexes of diversity (H' and D) of scattered trees for each pasture evaluated.

The 23 pastures had a total surface area of 41.7 ha. The surface area of the smallest pasture measured 0.3 ha, while the largest measured 4 ha. Seven pastures (30.4%) had surface areas <1 ha, another seven (30.4%) from 1-2 ha and nine (39.2%) were >2 ha. Average surface area for all pastures was 1.8 ha. The least number of trees (25) was found in the smallest pasture (0.3 ha) while an intermediate sized pasture (1.4 ha) had the greatest quantity (193) of individuals.

A total of 1600 scattered trees were present in the 41.7 ha making up the 23 pastures. A small pasture of 0.8 ha and another of 2.9 ha contained the fewest species (4) while the greatest number (36 species) was found in a 4 ha pasture.

Eleven pastures (47.8%) had <10 tree species and the remaining 12 (52.2%) contained 10 or more. A total of 75 species were recorded among all pastures (Table 2) with an average of 3 species per pasture and 1.8 species ha^{-1} trees with the greatest frequencies (found in seven or more pastures) were *Cedrela odorata*, *Zanthoxylum riedelianum*, *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea*, *Citrus sinensis*, *Citrus reticulata* and *Cupania glabra*. Those which had the greatest numbers of individuals (nine or more) were these 7 species as well as *Blepharidum*.

Table 1: Location, number, density and indexes of diversity for scattered trees in pastures in the Sierra Region of Tabasco

Locality	Municipality	Total number of trees/pasture	No. of species/pasture	Density of trees/ha ⁻¹	Shannon index H'	Simpson index D
Ejido Caparroso 2 ^a	Macuspana	99	7.0	146.0	0.58	0.75
Rancho Julio Meza	Teapa	193	10.0	135.0	1.42	0.36
Rancho San Agustín	Teapa	113	15.0	113.0	1.31	0.40
Pedro C. Colorado 1 ^a	Macuspana	69	7.0	92.0	1.54	0.24
Ejido Palomas	Macuspana	25	6.0	83.0	1.28	0.56
Ejido Nueva Reforma	Tacotalpa	62	10.0	81.0	1.51	0.34
Ejido Melchior Ocampo	Macuspana	91	9.0	71.0	1.82	0.20
Ejido Buenavista Apasco	Macuspana	104	13.0	50.0	1.90	0.20
Ejido Lázaro Cárdenas	Tacotalpa	36	4.0	45.0	0.59	0.70
Nicolás Bravo 1 ^a	Teapa	45	10.0	44.0	1.35	0.43
Ejido Emiliano Zapata	Jalapa	29	8.0	40.0	1.58	0.30
Ejido Lázaro Cárdenas	Tacotalpa	39	6.0	39.0	1.04	0.44
Nicolás Bravo 1 ^a	Teapa	32	14.0	37.0	2.43	0.10
Ejido San Manuel	Tacotalpa	71	7.0	37.0	1.43	0.29
Ejido Reforma	Tacotalpa	120	16.0	30.0	1.63	0.32
Ejido Palomas	Macuspana	71	12.0	28.0	1.59	0.32
Madrigal 4 ^a Sección	Tacotalpa	103	36.0	26.0	3.04	0.08
Ejido Emiliano Zapata	Jalapa	38	8.0	22.0	1.66	0.26
Santa Rosa Poaná	Tacotalpa	43	16.0	21.0	2.36	0.13
Rancho Ángel Martínez	Tacotalpa	56	4.0	19.0	0.97	0.43
Pedro C. Colorado	Macuspana	76	11.0	18.0	1.20	0.49
Ranchería El Progreso	Jalapa	51	12.0	17.0	1.62	0.31
Ejido Caridad Guerrero	Tacotalpa	34	9.0	12.0	1.79	0.21
Total		1600	75.0	-	2.80	0.09
Means		69	3.2	38.2	-	-

Table 2: Summary of all tree species found in pastures in the Sierra Region of Tabasco

Family and species	Common names	Habitat*	Total
Anacardiaceae			
<i>Mangifera indica</i>	Mango	C	17
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	P	35
Annonaceae			
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	C	2
<i>Annona reticulata</i>	Anona	C	1
Arecaceae			
<i>Borassus gasipaes</i>	Palma ¹ Pejibaye	S	10
<i>Cocus nucifera</i>	Palma de coco	C	3
<i>Roystonea regia</i>	Palma Real	P	4
<i>Scheelea hillebrandii</i>	Palma de corozo	P	1
Bignoniaceae			
<i>Parmentiera edulis</i>	Quajilote	S	10
<i>Tabebea rosea</i>	Maculis	P	226
Bombacaceae			
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	P	5
<i>Pachira aquatica</i>	Zapote de agua	P	5
Boraginaceae			
<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	S	290
Burseraceae			
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	P	10
Capparidaceae			
<i>Crotona sapida</i>	Coscomon	P	1
Cecropiaceae			
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	S	1
Elaeocarpaceae			
<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	P	2
Euphorbiaceae			
<i>Hevea brasiliensis</i>	Hule	C	4
Fagaceae			
<i>Quercus oleoides</i>	Encino, Roble	P	3
Flacourtiaceae			
<i>Casahuate rufida</i>	Boloncillo	P	1
Icadniaceae			
<i>Ocotepealum mexicanum</i>	Cacaté	P	1
Lauraceae			
<i>Nectandra sanguinea</i>	Laurel	P	8
<i>Persea americana</i>	Aguacate	P	5
<i>Persea schweideriana</i>	Chinin	P	4
Leguminosae			
<i>Acacia galeottiana</i>	Macayo	P	1
<i>Diplysis robinoides</i>	Pichilcoi, Chipilcoite	P	26
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacastle	P	23
<i>Erythrina</i> sp.	Madre	P	5
<i>Gliricidia sepium</i>	Cocote	S	23
<i>Haematoxylum campechianum</i>	Tinto	P	20
<i>Inga jinicuil</i>	Jinicuil	P	12
<i>Inga vera</i>	Chelele	P	4
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	S	1
<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	Gusajo	P	2
<i>Lysiloma bahamensis</i>	Pinolillo, Tzalam	P	4
<i>Pithecellobium saman</i>	Samán	P	3
<i>Sweetia panamensis</i>	Chakté	P	11
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Cachimbo	P	7
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	C	2
<i>Vatairea lundellii</i>	Tinco	P	1
Malpighiaceae			
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	P	9
Melastomataceae			
<i>Miconia argentea</i>	Cemzo, boja de lats	P	1
Meliaceae			
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	P	245
<i>Guarea glabra</i>	Cascarrillo	P	1
Moraceae			
<i>Artocarpus altilis</i>	Pan de sopa	S	3
<i>Castilla elastica</i>	Hule criollo	P	4

Table 2: Continued

Family and species	Common names	Habitat*	Total
<i>Ficus oerstedioides</i>	Amate	P	1
<i>Ficus padifolia</i>	Pogón, mata palo	P	69
<i>Ficus</i> sp.	Ficus	S	2
<i>Tropilus racemosa</i>	Ramoncillo	P	1
Myrtaceae			
<i>Eugenia capuli</i>	Escobillo	P	1
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	C	9
<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta gorda, Punienta Tabasco	P	4
Piperaceae			
<i>Piper nigrum</i>	Pimienta	C	2
Rhamnaceae			
<i>Cohibria arborescens</i>	Tatuán	P	3
Rubiacae			
<i>Blepharidium mexicanum</i>	Popistle	P	102
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Canelo	P	2
<i>Genipa americana</i>	Jagua	S	9
Rutaceae			
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	C	61
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	C	13
<i>Citrus limon</i>	Limon	C	4
<i>Citrus maxima</i>	Toronja	C	4
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Cola de lagarto	P	191
Salicaceae			
<i>Salix chilensis</i>	Sauce	P	8
Sapindaceae			
<i>Cupanea glabra</i>	Quebrache	P	19
<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	P	2
<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya	P	2
Sapotaceae			
<i>Claytonia calanthe</i>	Caimito, Cimarón	P	1
<i>Maulaka zapota</i>	Chicozapote	P	2
<i>Pouteria sapota</i>	Mamey	P	3
Sterculiaceae			
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	S	24
<i>Sterculia mexicana</i>	Bellota	P	1
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	C	6
Tiliaceae			
<i>Bcloua mexicana</i>	Patastillo	S	1
Verbenaceae			
<i>Ficus gaumeri</i>	Nancillo	P	2
Total			1600

*C = Cultivated, P = Primary vegetation, S = Secondary vegetation

mexicanum, *Ficus padifolia*, *Spondias mombin*, *Diplysis robinoides*, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Haematoxylum campechianum*, *Mangifera indica*, *Inga jinicuil*, *Sweetia panamensis*, *Parmentiera edulis*, *Bursera simaruba*, *Bactris gasipaes*, *Psidium guajava*, *Genipa americana* and *Byrsonima crassifolia* (Table 3)

Scattered tree densities varied greatly among pastures, while one pasture had only 12 trees ha⁻¹, another contained 146 trees ha⁻¹. In the great majority of pastures (19 = 82.6%), densities were >20 trees ha⁻¹ and in a large number of pastures (9 pastures = 39.1%), 20-40 trees were recorded per hectare. Average tree density for all pastures was 38 trees ha⁻¹. Despite the densities mentioned, levels of interference with growth of grass were very low.

Table 3: Species of the most frequent scattered trees and their abundances in the Sierra Region of Tabasco

Species	Family	Abundance			Frequency in the pastures		Principal uses
		N	(%)	Accumulated (%)	N	(%)	
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	290	18.1	18.1	12	52.1	Timber
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	245	15.3	33.4	21	91.3	Timber
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	220	13.8	47.2	12	52.1	Timber
<i>Zanthoxylum Hedelianum</i>	Rutaceae	191	11.9	59.1	16	69.5	Timber
<i>Blepharidium medicatum</i>	Rubiaceae	102	6.4	65.5	4	17.3	Timber
<i>Ficus parvifolia</i>	Moraceae	69	4.3	69.8	3	13.0	Shadow
<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	61	3.8	73.6	10	43.4	Fruits
<i>Spondias Bombin</i>	Anacardiaceae	35	2.2	75.8	6	26.0	Fruits
<i>Diphyssa robinoides</i>	Leguminosae	26	1.6	77.4	4	17.3	Timber, firewood, posts, medicinal, live fence
<i>Guazuma ulmyfolia</i>	Sterculiaceae	24	1.5	78.9	7	30.4	Timber, firewood, fodder, medicinal
<i>Gliricidia sepium</i>	Leguminosae	23	1.4	80.3	6	26.0	Live fence, firewood, shadow
<i>Euterolobium cyclocarpum</i>	Leguminosae	23	1.4	81.7	4	17.3	Shadow
<i>Haematoxylum campechianum</i>	Leguminosae	20	1.2	82.9	4	17.3	Posts
<i>Cupula glabra</i>	Sapindaceae	19	1.2	84.1	7	30.4	Timber, medicinal, honey production
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	17	1.1	85.2	5	21.7	Fruits, shadow
<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	13	0.8	86.0	7	30.4	Fruits
<i>Inga fusicoll</i>	Leguminosae	12	0.8	86.8	2	8.6	Fruits
<i>Sweetia panamensis</i>	Leguminosae	11	0.7	87.5	1	4.3	Timber, posts
<i>Parmentiera edulis</i>	Bignoniaceae	10	0.6	88.1	2	8.6	Fruits
<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	10	0.6	88.7	6	26.0	Timber, firewood, medicinal
<i>Bactris gasipaes</i>	Arecaceae	10	0.6	89.3	1	4.3	Timber, Fruits
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	9	0.6	89.9	6	26.0	Fruits
<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	9	0.6	90.5	5	21.7	Timber, firewood, medicinal
<i>Bysonoma crassifolia</i>	Malpighiaceae	9	0.6	91.1	6	26.0	Fruits
	Sub-total	1458	-	91.1	-	-	
Other species (51)	Various	142	8.9	100.0	-	-	Various
	Total	1600	-	-	-	-	

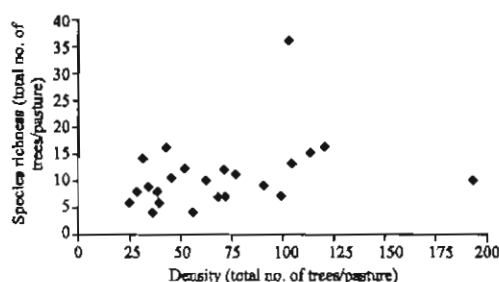


Fig 1 Density and richness of tree species in 23 pastures in the Sierra Region of Tabasco. Each point represents a pasture

The Shannon index for individual pastures varied from 0.5-3.0 and the great majority were 1-2. The Simpson index was 0.08-0.75 with values of 0.3 or less in the majority of pastures. The Shannon index for global tree diversity of the 23 pastures was 2.8 while the Simpson index was 0.09. Density and richness of tree species varied greatly among pastures with the presence of greater numbers of species in pastures with the highest tree densities (Fig. 1).

Species composition: The scattered tree individuals and species found belonged to 31 botanical families (Table 2). Figure 2 shows the 11 principal families, based on number

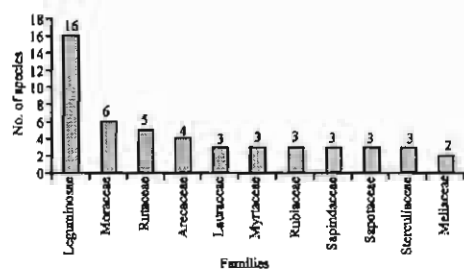


Fig 2 Number of species in the principal families of scattered trees

of species. Two thirds of all species of the STP belonged to these families (51 species = 68%), with Leguminosae, Moraceae and Rutaceae having the greatest numbers of species. With respect to number of individuals, the most common families were Boraginaceae (290 individuals), Rutaceae (273), Meliaceae (246), Bignoniaceae (230), Leguminosae (145) and Rubiaceae (113) which totaled 1297 individuals and represented 81% of all trees in the pastures. A great majority of STP (1458 individuals = 91.1%) belonged to 24 species (32% of all species), while the remaining 51 species (68%) included only 142 individuals or 8.9% of the total number of trees in the pastures (Table 3). The five most abundant trees were bojon (*C. alliodora*) (Boraginaceae), cedro (*C. odorata*)

(Meliaceae), macuilis (*T. rosea*) (Bignoniaceae), cola de lagarto (*Z. riedelmannii*) (Rutaceae) and popistle (*B. mexicanum*) (Rubiaceae). Bojon was the most numerous species with 290 individuals or 18% of all trees, followed by cedro with 245 individuals (15%) and macuilis with 220 individuals (14%).

Z. riedelmannii showed 191 individuals and *B. mexicanum* 102 or 12 and 6% of the total number of trees, respectively. Jointly, these five species included a majority of STP (1048 individuals or 65.5% of the total), all of which are used as timber, a use shared by half of the 24 principal species in the pastures (Table 3).

Among the pastures, there is an evident pattern of a small group of very abundant species and a large number of species with low abundances, upon graphing the number of individuals per species (Fig. 3) (in order of abundance) beginning with the most abundant species, the number of species rapidly descends, demonstrating this pattern.

The 24 principal tree species showed nine or more individuals in the pastures while the remaining 51 species (the great majority) showed eight individuals or less. Of the 51 species mentioned, 11 (15%) showed 2 individuals and 17 (22%) only one, meaning that a large number of species (28 = 37% of total) showed only 1 or 2 individuals in the pastures (Fig. 4).

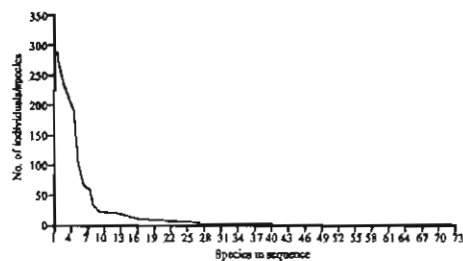


Fig. 3. Curve of abundance for tree species in the pastures studied

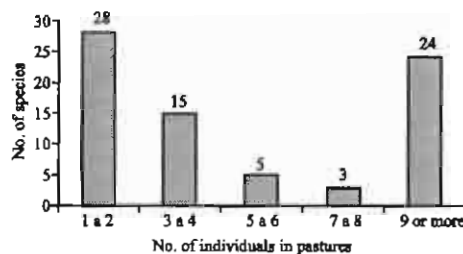


Fig. 4. Number of species and abundance of individuals in pastures

Primary vs. secondary tree species: Of the 1600 scattered trees, a majority (1098 individuals = 69%) were characteristic of the primary vegetation of the zone's evergreen tropical rain forest, 374 (23%) were characteristic of secondary vegetation and only 128 (8%) were cultivated species (for example, *M. indica*, *Annona* sp., *Coccoloba nucifera*, *Hevea brasiliensis*, *Tamarindus indica*, *P. guajava*, *Piper nigrum*, *Citrus* sp. and *Theobroma cacao*). The abundance of primary vegetation trees varied greatly among pastures. In five pastures, 90% of all trees belonged to such vegetation while in two pastures, fewer than 20% of trees corresponded to primary vegetation. Average tree density for primary vegetation was 26 trees ha⁻¹, varying from 6-135 trees ha⁻¹ (Table 2).

With respect to primary and secondary species of the 75 tree species, a majority (51 = 68%) were characteristic of primary vegetation, 11 (15%) were characteristic of secondary vegetation and 13 (17%) were domesticated species (Table 2). The presence of primary vegetation species also varied greatly with a range of 3-25 species per pasture.

Height and DBH of scattered trees: A large number of the trees (761 individuals = 47%) had heights of 5-10 m. The next greatest proportion had heights of 10-15 m (506 individuals = 32%), followed by those with heights of 2-5 m (218 individuals = 14%). This means that the height of the great majority of scattered trees (1267 individuals = 79%) was 5-15 m (Fig. 5). Very few individuals (5) were taller than 25 m. The average height of all trees > 5 m (n = 1513) in the pastures was 10.1 m.

The tallest species (>10 m) were saman (*Pythecllobium saman*), tamarind (*T. indica*), amate (*Ficus oerstediana*), patastillo (*Beltonia mexicana*), palma real (*Roystonea regia*), cacate (*Ocotea mexicana*), pan de sopa (*Artocarpus altilis*), palma de coco (*Coccoloba nucifera*), chicozapote (*Manihara zapota*), guanacaste (*E. cyclocarpum*), ramoncillo (*Trophis racemosa*), botoncillo (*Casahuate nitida*), palma de corozo (*Scheelea liebmannii*), pogon (*F. padifolia*), escobillo (*Eugenia capuli*), chinun (*Persea schiedeana*), hule criollo (*Castilla elastica*), eapulín (*Muntingia calabura*), bojon (*C. alhodora*) and popistle (*B. mexicanum*). Young trees with a DBH of 10-20 cm (many of which had regenerated naturally) were the most numerous in the pastures (634 individuals or 39.6% of all trees found), followed by those with a DBH of 21-30 cm (506 individuals = 31.6%) and those with a DBH of 31-40 cm (258 individuals = 16.1%). This shows that in the pastures, young trees with DBH < 30 cm predominated (71.2%) and the DBH of almost half of the trees (764 = 47.7%) was 21-40 cm. Large trees (DBH

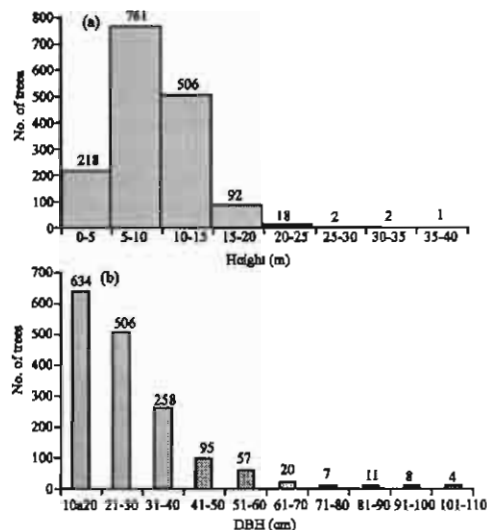


Fig. 5: Distribution of (a) heights and (b) diameters of all scattered trees found in pastures in the Sierra Region of Tabasco (n = 1600 individuals)

>41 cm) were the least common category found in pastures and very few (only 4) had diameters exceeding 100 cm (Fig. 5). Average DBH of all trees was 27 cm. The species with the greatest DBH were saman (*P. saman*), tinco (*V. lundellii*), cumarón (*Chrysophyllum cameronii*), mango (*M. indica*), ceiba (*Ceiba pentandra*), mulato (*B. simaruba*), tamarind (*T. indica*), amale (*F. oerstediana*) and patastillo (*B. mexicana*).

DISCUSSION

Importance, functions and products obtained from STP: The great majority of STP (1098 individuals = 69% or 51 species = 68% of the total) are components of the zone's original vegetation and therefore are well adapted to predominant environmental conditions, they are well known by local producers who are familiar with their processes of propagation and establishment.

Some trees (for example mature, leafy individuals such as *C. pentandra*, *P. saman* and *E. cyclocarpum*) are especially appreciated by local producers due to the shade they provide for cattle. Ranchers also benefit from the adaptation of several trees to environmental conditions particular to the region. Such is the case of *H. campechianum*, *Pachira aquatica* and *T. rosea*, common in flooded pastures due to their great resistance to flooded soils, a frequent condition in the zone. Many of the STP found are multi-purpose species with a variety

of particularities, functions and levels of social, economic and environmental importance. Number of individuals, species diversity and characteristics of the scattered trees in the pastures varied greatly with significant differences among pastures studied, although tree abundance and diversity were relatively high compared with findings of other studies carried out in similar tropical regions. Densities >20 trees ha⁻¹ found in a great number of pastures (19 pastures = 82.6%) contrast with those found in the dry tropic of Costa Rica where densities of the great majority of pastures (92%) were lesser than this number (Esquivel *et al.*, 2003). The average density of all pastures, 38 trees ha⁻¹ is high, exceeding that of other studies in tropical regions in which averages of 3-33 trees ha⁻¹ have been reported (Guevara *et al.*, 1994, 1998; Harvey and Haber, 1999; Harvey *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2000; Esquivel *et al.*, 2003; Villacis *et al.*, 2003; Villanueva *et al.*, 2004). It is noteworthy that despite tree densities found in this study, no significant interference in growth of grass was found in any of the pastures. Tree densities of a majority of pastures (almost 70%) are similar to those of 10-50 trees ha⁻¹ reported in tree-grass associations in Cuba (Renda *et al.*, 1999). In the region of study, pastures with scattered adult tree densities of 25-40 trees ha⁻¹ are common (11 pastures = 47.8%). This density represents a shade level of 20-30% and such levels are recommended in order to not affect growth of grasses in tropical pastures (Casasola *et al.*, 2005). This could explain why in pastures with the tree densities mentioned, adverse effects were not observed in growth of grass. It should be noted that in pastures with greater numbers of trees, aside from distribution, density and diversity, ranchers also manage other tree and grass characteristics in order to assure forage production. In the case of trees, they manage aspects such as age, size and tree canopy form (characteristics which are reinforced by the great abundance of young trees found in pastures) while with respect to grasses, they manage their response or tolerance to shade, as some studies have demonstrated (Wong, 1990; Costa *et al.*, 1999). The combination of these aspects mentioned allowed for finding pastures with densities >100 trees ha⁻¹ in which no significant interference with forage availability was detected.

The total number of tree species in pastures (75) is similar to the 72 species reported in a ranch landscape in Rivas, Nicaragua (Harvey *et al.*, 2007) and both are >57 species found in pastures in the region of Los Tuxtilas, Veracruz, Mexico (Guevara *et al.*, 1994) or the 55 species in farms in Guanarito, Venezuela (Solorzano *et al.*, 2006) and numbers reported in highly technified farms in the humid tropic of Costa Rica (Villaeis *et al.*, 2003). All

cases greatly surpass the 21 species found in native grasslands with high tree densities in Matagalpa, Nicaragua (Perez *et al.*, 2006), the 20 species on the Coast of Chiapas, Mexico (Otero-Arnaiz *et al.*, 1999) and the 16 species in pastures of three livestock systems in La Fortuna de San Carlos, Costa Rica (Souza *et al.*, 2000).

The species quantities mentioned are greatly inferior to the 98 species reported by another study in pastures in the region of Los Tuxtlas in Mexico (Guevara *et al.*, 1998), the 96 species on farms with low levels of technification in the humid tropic of Costa Rica (Villacis *et al.*, 2003) and the 101, 101 and 106 species of three livestock landscapes in Costa Rica and Nicaragua (Harvey *et al.*, 2007). All of these contrast with the tree diversity in pastures in the zone of Monteverde, Costa Rica in which the considerably elevated number of 190 species was reported (Harvey and Haber, 1999).

The 75 tree species reported in this study represent a large part of the 100-120 tree species that according to a conservative estimate should be present in pastures of the region. These numbers in turn constitute a significant percentage of the 250 or more tree species which according to Cowan (1983), Lopez (1994), Magaña (1995), Guadarrama and Ortiz (2000) and Ochoa and De La Cruz (2002) exist in the state of Tabasco. Presence in the pastures of a small group of very abundant tree species and a large proportion of species with low abundances is a common pattern in systems of this type, as has been demonstrated in pastures in the dry tropic of Costa Rica and Nicaragua in which 10 species made up 70% of all individuals (Villanueva *et al.*, 2003a, 2004) or in Guanacaste, Costa Rica, where 6 species made up >60% of sampled individuals (Esquivel *et al.*, 2003) and in pastures in the dry tropic of Guanarito, Venezuela in which the 15 most abundant species comprised 84% of all trees (Solorzano *et al.*, 2006). Similar findings were also reported in SPS of Matagalpa, Nicaragua, in which 5 species constituted the majority of individuals and a single species represented 18% of the total number of trees (Perez *et al.*, 2006) and in those of the humid tropic of Rio Frio, Costa Rica, in which 6 species made up 63.5% of the total number of trees found (Villacis, 2008).

This confirms results of several studies which demonstrate that livestock farms in Latin America generally have a high diversity of tree species, though many species are found in low densities (Guevara *et al.*, 1998; Harvey and Haber, 1999; Otero-Arnaiz *et al.*, 1999; Cajas and Sinclair, 2001). The great variability in tree coverage in pastures has been explained by a diversity of factors, such as topography, soil characteristics, principal products of the ranch, pasture location, stocking rate and producer preferences in relation to woody species. In the

case of SRT pastures, ranchers have an evident marked interest in maintaining selected tree species in their pastures based on personal preferences or due to possible benefits which they see and the ranchers of this study focused on timber species. This confirms the importance of producer decisions which affect tree coverage in livestock farms, among which making use of the trees is one of the most important (Villanueva *et al.*, 2003b).

The predominance of young trees (DBH <30 cm) (71.2%) could be partially explained by the natural regeneration encouraged in pastures in order to cover the demand of tree products, principally firewood, lumber and/or fenceposts. The DBH of 20-40 cm of a large percentage of individuals in pastures studied in the region (47.7%) contrasts with DBH >40 cm of a similar percentage of scattered trees (48%) found in the dry tropic of Cañas, Costa Rica (Villanueva *et al.*, 2004). Both cases indicate producer management which encourages the presence of young trees with such DBH's in pastures. The Shannon (2.8) and Simpson (0.09) diversity indexes obtained indicate relatively elevated tree diversity in the 23 pastures. The Shannon index surpasses the values of 1.5-2.1 reported for scattered trees in native and improved grasslands of high and low tree densities in Matagalpa, Nicaragua (Perez *et al.*, 2006), those of 0.7-0.82 in livestock production systems with trees in the dry tropic of Cañas, Costa Rica (Villanueva *et al.*, 2003a) and also those of the STP of livestock farms in the humid tropic in Rio Frio, Costa Rica (0.8-0.9) (Villacis, 2008). The Simpson index was lower than the values of 0.1-0.18 obtained in livestock production systems with trees in the dry tropic of Costa Rica (Villanueva *et al.*, 2003a) and those of 0.19-0.29 in STP of livestock farms in the humid tropic in Rio Frio, Costa Rica (Villacis, 2008). These data show that tree diversity in the SRT pastures was greater than levels of diversity found in other studies carried out in tropical zones. The five most abundant species in the pastures (*C. alliodora*, *C. odorata*, *T. rosea*, *Z. riedelii* and *B. mexicanum*) possess characteristics which facilitate natural regeneration and consequently, an increase in tree coverage. These few dominant species in the pastures are very promising and contribute to the increase in tree coverage of SPS of the zone, as they include the majority of individuals found.

Four of the most abundant species (*C. alliodora*, *C. odorata*, *T. rosea* and *Z. riedelii*) have valuable attributes such as rapid growth, abundant seed production, a high capability of seed dispersion by wind and good germination rates (which for *Zanthoxylum*, notably improve with a simple pre-treatment). Furthermore, the first three species offer advantages such

as capability of vegetative reproduction. The seeds of *B. mexicanum*, the fifth most numerous species are winged and easily mobilized by wind. The majority presence of timber trees (particularly in the case of the five most abundant species) coincides with results of other studies carried out in tropical zones (Muñoz *et al.*, 2003; Esquivel *et al.*, 2003; Villanueva *et al.*, 2003b) in that producers were found to greatly prefer these species. Of those timber trees traditionally used and appreciated by regional producers, it was significant that not a single individual of *Swietenia macrophylla* was found in any of the pastures.

Based on these findings, it is evident that scattered trees represent a valuable resource for wood supply in the zone. Three of the most abundant timber trees found in the pastures (*C. odorata*, *C. alliodora* and *T. rosea*) contribute to the supply of a large part of precious woods produced in the state. It is estimated that almost two thirds of this wood is obtained from STP and other regional agroforestry systems (Calzada, 1997). A similar situation was reported in Costa Rica, where in 1990, trees outside of the forest (including scattered trees in pastures) accounted for 43.4% of the total volume of harvested lumber and by 1998, this figure had increased to 51.1% (Morales and Klein, 2002). Besides the fact that the number and diversity of scattered trees found represent in themselves an elevated biodiversity and improve vegetational and structural complexity of the pastures, they also contribute to biodiversity in other ways. Many of the trees host a variety of epiphytes in their trunks and branches, which further increases plant diversity within the pastures. Common epiphytes in trees in SRT silvopastoral systems include Araceae (e.g., a variety of species of *Anthurium*, *Philodendron* sp. and *Syngonium neglectum*), bromeliads (*Aechmea bracteata*, *Catopsis* sp. and several species of *Tillandsia*) and orchids (*Encypha* sp., *Epidendrum* sp., *Maxillaria* sp., *Nidema boothii*, *Notylia barkeri*, *Oncidium* sp. and *Stelis* sp.) (Grande *et al.*, 2006). Without a doubt, STP also enrich faunal biodiversity. Several tree species (among which *S. mombin*, *B. simaruba*, *B. crassifolia*, *E. cyclocarpum* and *G. ulmifolia* stand out) are important food sources for wild fauna. Although, *B. simaruba* was not one of the most abundant, many bird species which consume its fruit whole have been identified. The fruits of *E. cyclocarpum* fall to the ground when they mature and are consumed by cattle and horses, which spread the seed. *B. crassifolia* is another tree species which provides habitat and food for wild fauna, while *G. ulmifolia* seed is dispersed by birds and mammals including cattle, squirrels, parakeets, monkeys and parrots which use it as food. *Cecropia obtusifolia* is another species which

although not as numerous in the pastures, its fruits are avidly consumed by a variety of vertebrates and invertebrates and therefore it is also considered to be very important for conservation of wild fauna (Vazquez *et al.*, 1999). Although, producers greatly intervene with respect to trees, the diversity of local woody species is still largely conserved, allowing for connectivity among fragments of remnant vegetation, thus benefitting wild fauna and a variety of environmental, economic and social aspects.

Several scattered trees are valuable for obtaining firewood. For example, it is estimated that from 100 m of living fence of *G. sepium* with densities of 60-75 plants, 80-90 kg of dry firewood may be obtained in a year and a half (Ruiz, 2000). Also, *G. ulmifolia* firewood is one of the five most important in rural Tabasco, due to its particular characteristics (principally its high specific weight) which allow for obtaining greater quantities of energy per unit of firewood consumed. These and other species contribute to satisfying firewood consumption in the local area and in the state of Tabasco, estimated at approximately 1.3 m³/capita/year (Perez, 1983).

Foliage or fruits of several scattered trees (e.g., *G. sepium*, *Erythrina* sp., *P. edulis*, *G. ulmifolia* and *E. cyclocarpum*) are recognized forage resources whose potential and use have been widely publicized and promoted in agroforestry systems in a variety of tropical regions worldwide (Kass, 1994; Simons and Stewart, 1994; Stewart and Simons, 1996; Giraldo, 1999). Nevertheless, in the study region, producers take advantage of very few tree species for forage and among those species found in pastures in this study, there were notably few individuals of *Leucaena leucocephala*. Also, there was a significant absence of *B. alicatum*, another regionally known forage tree. Although, many ranchers are aware of and encourage livestock consumption of foliage and fruits of some of the species mentioned, currently STP contribute very marginally to animal feed in the zone.

A little appreciated characteristic of STP is their contribution to honey production, an activity which in Tabasco yielded >1500 tons from 2001-2009 (ASERCA, 2010). Honey production depends on a variety of native species of the remnant evergreen rain forest, as well as trees present in SPS. Many trees found in greater and lesser abundances in the pastures are well known nectar and pollen providers in other tropical areas of Mexico (Muranda *et al.*, 2004; Roman and Palma, 2007). Some of the principal species are *B. simaruba*, *B. crassifolia*, *C. odorata*, *C. alliodora*, *E. cyclocarpum*, *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *I. jinicuil* and *T. rosea*. Many of these have numerous showy flowers or large inflorescences and flower throughout several months of the year (principally

May and June) (Ochoa and De La Cruz, 2002). Several STP are very promising for ecological restoration and reforestation (Arriaga *et al.*, 1994; Vazquez *et al.*, 1999), fundamental activities for confronting the severe deforestation which has occurred in the past and the current loss of natural vegetation in the region. Some species, such as *C. odorata*, *C. pentandra*, *E. cyclocarpum*, *G. sepium* and *G. ulmifolia* have received a great amount of attention in exploratory studies of evaluation, conservation, collection, use of germoplasma, phenology, genetic improvement, flowering, fruiting, silviculture and ecological zoning in the south-southeast region of Mexico (Vera, 2003). *C. odorata* and *C. alliodora* are of priority for activities coordinated by the FAO and other organizations at a global, regional and/or national level. *Cordia* sp., *Platymiscium* sp. and *C. odorata* are timber trees which are useful for lumber in the Mesoamerican region and marketed internationally and therefore organizations such as the United Nations Environmental Program seek to promote their sustainable management. Only one of the principal scattered trees in pastures (*C. odorata*) is currently considered to be vulnerable by the International Union for Conservation of Nature which means it faces a high risk of extinction in the field in the mid-term. The low densities found for many tree species 28 of the species or 37% of the total showed only one or two individuals in the pastures. While damage and mortality of saplings caused by cattle at pasture and/or herbicide use or weeding by machete completely or partially explains the low number of individuals of several tree species (Camargo *et al.*, 2000), the low densities of some trees favors disappearance of entire species in pastures simply due to cutting by machete or loss otherwise of a few trees. This poses the urgency of caring for and maintaining in pastures valuable tree species of the original vegetation such as gusano (*Lonchocarpus hondurensis*), amate (*F. oerstediana*), macayo (*Andira galeottiana*) and leucaena (*L. leucocephala*) which showed the lowest densities.

The risk of local extinctions also highlights the need to strengthen and promote strategies among producers which lead to diversification and increased tree cover in pastures. The increase of scattered trees through selective weed control in which only undesirable or excess plants are eliminated is a practice commonly carried out by local producers which is particularly important for promoting the presence of timber species in the pastures. This practice would explain the presence of the five most abundant species (*C. alliodora*, *C. odorata*, *T. rosea*, *Z. riedelianum* and *B. mexicanum*). Another potential alternative for promoting presence of scattered trees is the establishment of living fences in pastures where they do not yet exist in order to reduce pressure on STP. The

decrease in the use of lumber and/or dead fences by ranchers would also help to maintain and/or increase STP. The lesser use of dead fences could be compensated by a greater use of living fences in pastures, while the exclusion of pasturing in some areas of the farm would favor natural regeneration of trees and allow for producing lumber and/or fence posts in order to satisfy producer requirements. This would help to compensate the decreased volumes of both products obtained from scattered trees. One of the ways in which producers of Tabasco benefit from natural regeneration is the use of secondary vegetation in order to obtain lumber, fenceposts, stakes, firewood and forage. Secondary vegetation is also important in reducing the impact of animal stamping and soil erosion, as well as for conservation of biodiversity, particularly wild fauna. Producers also make use of regeneration by taking advantage of areas with trees generally planted close to pasture areas or the rancher's house in which part or all of the lumber required for the producer's own use or for sale is produced. Any alternatives aimed at maintaining, diversifying or increasing tree coverage in pastures should consider management activities currently carried out by ranchers in their pastures and the factors which influence their decisions. Based on this criteria, easily adoptable strategies may be proposed which guide producer decision making, as has been pointed out by Villanueva *et al.* (2003b).

CONCLUSION

In this study, findings indicate that density, abundance and diversity of STP were relatively high. STP have many uses, among which timber stands out however, they are threatened due to the low number of individuals of many species in the pastures.

ACKNOWLEDGEMENTS

The researchers thanks the directors of the Division of Biological Sciences and Health of the Universidad Autonoma Metropolitana Iztapalapa for facilities used in carrying out this study. Thanks also to the SRT producers for support and courtesy in providing information.

REFERENCES

- ASERCA, 2010. Current status and perspective of beekeeping in Mexico. Agricultural Claries No. 199. Support and Services for Agricultural Trading (ASERCA). Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Alimentary. Mexico City, Mexico, pp: 3-34.

- Arriaga, V., V. Cervantes and A. Vargas, 1994. Manual of reforestation with native species: seed collection and preservation, propagation and plant management. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Desarrollo Social. Mexico, D.F.
- Botero, J.A., 2003. Contribution of Tropical Livestock Production Systems to Carbon Sequestration In: Agroforestry for Livestock Production in Latin America II, Sanchez, M.D and M.Rosales (Eds.). FAO, Rome, 75-91
- Cajas, Y. and F. Sinclair, 2001. Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. *Agroforestry Syst.*, 53: 215-225.
- Calzada, F., 1997. Deforestation, afforestation, reforestation: Tabasco towards 2000 Sustainable development in Tabasco. Possibilities and Limitations. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Villahermosa, Tabasco, Mexico, pp: 125-153.
- Camargo, J.C., M. Ibrahim, E. Somarriba, B. Firegan and D. Current, 2000. Ecological and socioeconomic factors affecting the natural regeneration of laurel in silvopastoral systems of the humid and subhumid tropics of Costa Rica. *Agroforesteria en las Americas*, 7: 46-46.
- Casasola, F., M. Ibrahim and J. Barrantes, 2005. Trees in Pastures. Field Notebooks Series. Project Integrated Silvopastoral Approaches for Ecosystem Management. World Bank and CATIE, Managua, Nicaragua, 19
- Costa, N. de L., C.R. Townsend, J.A. Magalhães and R.G. De A. Pereira, 1999. Agronomic performance of forage grasses under the shade of rubber plantations. *Pasturas Tropicales*, 21: 65-68
- Cowan, C.P., 1983. Listings flora of Mexico. I flora of Tabasco. Instituto de Biología, UNAM, Mexico, D.F.
- Esquivel, H., C. Villanueva, M. Ibrahim, C. Harvey, T. Benjamin and F. Sinclair, 2003. Scattered trees in pastures of cattle farms in a dry ecosystem of Costa Rica. *Agroforesteria en las Americas*, 10: 24-29.
- Flores, O. and P. Gerez, 1994. Biodiversity and Conservation in Mexico: Vertebrates, Vegetation and Land use, 2nd Edn., CONABIO and UNAM, Mexico, pp: 439.
- Giraldo, L.A., 1999. Potential of the Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) in Silvopastoral Systems. In: Agroforestry for Livestock Production in Latin America, Sanchez, M.D. and M. Rosales (Eds.). FAO, Rome, pp 295-308.
- Grande, D., D. Estrada, L. Cruz, H. Losada and J. Rivera *et al.*, 2006. Evaluation of live fences in the Sierra region of Tabasco. Proceedings of the 3rd National Meeting on Silvopastoral and Agrosilvopastoral Systems, (06/SAS), Mexico, pp 62-67
- Guadarrama, A. and G. Ortiz, 2000. Analysis of the flora of the biosphere reserve Marshes of Centla, Tabasco, Mexico. *Universidad y Ciencia*, 15: 67-104.
- Guevara, S., J. Meave, P. Moreno-Casasola, J. Laborde and S. Castillo, 1994. Vegetation and flora of pastures in the Sierra of Los Tuxtlas, Mexico. *Acta Botánica Mexicana*, 28: 1-27.
- Guevara, S., J. Laborde and G. Sanchez, 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? *Selbyana*, 19: 34-43
- Harvey, C. and W. Haber, 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Syst.*, 44: 37-68.
- Harvey, C.A. and J. Gonzalez, 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity Conservat.*, 16: 2257-2292
- Harvey, C.A., C. Villanueva, M. Ibrahim, R. Gomez, M. Lopez, S. Kunth and F. Sinclair, 2007. Producers. Trees and Livestock Production in Central American Landscapes: Implications for Biodiversity Conservation. In: Assessing and Conserving Biodiversity in Fragmented Landscapes of Mesoamerica Harvey, C.A. and J.C. Sáenz (Eds.) Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, 197-224.
- Kaimowitz, D. and A. Angelsen, 2008. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forests? *J. Sustainable Forestry*, 27: 6-24.
- Kass, D.L., 1994. *Erythrina* species - Pantropical Multipurpose Tree Legumes. In: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture, (Gutteridge, R.C. and H.M. Shelton (Eds.)) CAB International, Wallingford, UK., pp: 84-96.
- Larios, J. and J. Hernandez, 1992. Physiography, environments and agricultural land use in Tabasco. Mexico. Universidad Autónoma Chapungo, Chapungo, Mexico.
- Lopez, R., 1980. Vegetation Types and Their Distribution in Tabasco State and Northern Chiapas. University Notebooks Collection, Agronomy Series No. 1. Universidad Autónoma Chapungo, Chapungo, Mexico.
- Lopez, E., 1994. The Vegetation and Flora of La Sierra of Tabasco (Municipalities of Tacotalpa and Teapa) Mexico. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, Mexico, pp: 88
- Magaña, M., 1995. Scientific and Common names Catalog of Plants in Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, Mexico, pp: 205.

- Miranda, M.L.R., A.M. Santacruz and A.G. Rodriguez, 2004 Use and Nutritional Quality of Forage Tree Species in a Tropical Forest Along the Coast of Jalisco, Mexico. In: The Importance of Silvopastoral Systems for Providing Ecosystems Services and Rural Livelihoods. Marnette, L., L. Ramirez, M. Ibrahim, C. Sandoval, N. Ojeda and J. Ku (Eds.). Universidad Autonoma de Yucatán, Mérida, Mexico, pp. 277-281.
- Montagnini, F. and L. Ugalde, 2001. The use of native trees for pasture restoration in humid tropical regions. Proceedings of the International Symposium on Silvopastoral Systems and Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza San José, Costa Rica
- Morales, D. and C. Kleinn, 2002. Trees Outside Forests. The Case of Costa Rica. In: Trees Outside Forests. Towards a Better Consideration, Bellefontaine, R., S. Petit, M. Pain-Orceet, P. Deleporte and J.G. Bernault (Eds.). FAO, Rome, pp. 145-151.
- Moreno, C., 2001. Methods for measuring biodiversity. SEA Thesis, Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España, pp. 84
- Muñoz, D., C.A. Harvey, F.L. Suclair, J. Mora and M. Ibrahim, 2003. Local knowledge of tree cover in cattle production systems in two localities of Costa Rica. Agroforesteria en las Americas, 10: 61-68
- Naranjo, L.G., 2003. Agroforestry Systems for Livestock Production and Biodiversity Conservation. In: Agroforestry for Livestock Production in Latin America II, Sanchez M.D. and M. Rosales (Eds.). Estudio FAO Produccion y Salud Animal 155, Rome, pp. 13-25
- Ochoa, S. and V. De La Cruz, 2002. The distribution and phenology of the tree flora of Tabasco state based on herbarium information. Revista Universidad y Ciencia, 18: 114-127.
- Otero-Arriaz, A., S. Castillo, J. Meave and G. Ibarra-Manriquez, 1999. Isolated pasture trees and the vegetation under their canopies in the Chiapas coastal plain, Mexico. Biotropica, 31: 243-254.
- Perez, J., 1983. Characterization of Wood Supply and Consumption at Household Level in the Lowlands of Tabasco. División Ciencias Forestales. Universidad Autonoma Chapungo, Chapungo, Mexico, pp. 141.
- Perez, A.M., M. Sotelo, F. Ramirez, I. Ramirez, A. Lopez and L. Siria, 2006. Biodiversity conservation in silvopastoral systems of Matiguás and Rio Blanco (Matagalpa, Nicaragua). Ecosistemas, 3: 125-140
- Pinto, R., H. Gomez, B. Martinez, A. Hernandez, F. Medina, L. Ortega and L. Ramirez, 2004. Forage species used under silvopastoralism in central Chiapas. Avances Investigación Agropecuaria, 8: 1-11
- Renda, A., B. Calzadilla, M. Jimenez and J. Sanchez, 1999. Silvopastoralism in Cuba. In: Agroforestry for Livestock Production in Latin America, Sanchez, M.D. and M. Rosales (Eds.). Estudio FAO Produccion y Salud Animal 143, Rome, pp. 369-389.
- Roman, L. and M. Palma, 2007. Native tropical trees and shrubs for nectar and pollen production in the state of Colima, Mexico. Avances Investigación Agropecuaria, 11: 3-24.
- Ruiz, M., 2000. Silvopastoral systems: Sustainable alternative for tropical natural resources. Final Report Project M095. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso la Biodiversidad Mexico, DF
- Ruiz, A., M. Ibrahim, B. Locatelli, J.H. Andra and J. Beer, 2004. Carbon fixation and storage in silvopastoral systems and economic competitiveness in livestock farms in Matiguas, Nicaragua. Agroforesteria Americas, 41-42: 16-21.
- STCSG, 2008. Geographic chapter. Statistical yearbook tabasco. Edition 2008. Specialized Technical Committee on Statistics and Geography, pp. 1-29 http://ctee.tabasco.gob.mx/informacion_geografica/infor_geografica.pdf.
- Simons, A.J. and J.L. Stewart, 1994. *Gliricidia sepium* a Multipurpose Forage Tree Legume. In: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture, (Gutteridge, R.C. and H.M. Shelton (Eds.)), CAB International, Wallingford, UK., pp. 30-48.
- Solorzano, N., M. Escalona, C. Zambrano, N. Aranda, J.M. Molina and L. Blanco, 2006. Inventory of trees in pastures on farms of Guanarito Municipality, Portuguesa State. Revista Unellez Ciencia Tecnología, 24: 8-16
- Souza, M., M. Ibrahim, C. Harvey and F. Jiménez, 2000. Characterization of the tree component of livestock systems in La Fortuna, San Carlos. Costa Rica. Agroforesteria Americas, 7: 53-56
- Stewart, G.E. and A.J. Simons, 1996. *Gliricidia sepium*: Genetic Resources for Farmers. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK., pp. 125.
- Tudela, F., 1992. Tropical forced modernization. The case of Tabasco. Gulf Integrated Project. El Colegio Mexico, CINVESTAV, IFLAS and UNRISD. Mexico, D.F.
- Vazquez, C., A.I. Bata, M.I. Alcocer, M. Gual and C. Sanchez, 1999. Trees and shrubs potentially valuable for ecological restoration and reforestation. Technical Report Project J084. CONABIO-Instituto Biología, UNAM. Mexico, DF.
- Vela, F., 2001. A Basic Methodological Instrument of Social Research: Qualitative Interviewing. In: Look, Listen and Understand. On the Qualitative Tradition in Social Research. Coord. T.M.L. (Ed.). Editorial Porrua and FLACSO, Mexico, DF., pp. 63-95

- Vera, G., 2003. State of the biodiversity of trees and forests in South and Southeast Mexico. Working Papers Forest Genetic Resources FGR/61S. Servicio Desarrollo Recursos Forestales Dirección Recursos Forestales, FAO, Rome.
- Villacis, J., C.A. Harvey, M. Ibrahim and C. Villanueva, 2003. Relationships between tree cover and cattle farms intensification in Rio Frio, Costa Rica. *Agroforesteria Americas*, 10: 17-23.
- Villacis, J., 2008. Contribution of scattered trees in pastures to livestock production systems in Rio Frio, Costa Rica. www.agroforesteriaecologica.com.
- Villanueva, C., M. Ibrahim, C. Harvey and H. Esquivel, 2003a. Cattle farms typology and tree cover on pastureland in the dry tropic zone of Costa Rica. *Agroforesteria Americas*, 10: 9-16.
- Villanueva, C., M. Ibrahim, C. Harvey, F. Sinclair and D. Muñoz, 2003b. Key decisions affecting tree cover in cattle farms in Cañas, Costa Rica. *Agroforesteria Americas*, 10: 69-77.
- Villanueva, C., M. Ibrahim, C. Harvey, F. Sinclair, R. Gomez, M. Lopez and H. Esquivel, 2004. Tree Resources on Pastureland in Cattle Production Systems in the Dry Pacific Region of Costa Rica and Nicaragua. In: The Importance of Silvopastoral Systems for Providing Ecosystems Services and Rural Livelihoods. Mannetje, L., L. Ramirez, M. Ibrahim, C. Sandoval, N. Ojeda and J. Ku (Eds.). Universidad Autonoma Yucatán, Mérida, Mexico, pp: 183-188.
- Wong, C.C., 1990. Shade Tolerance of Tropical Forages: A Review. In: Forages for Plantation Crops. Shelton, H.M. and W.W. Stur (Eds.) Vol. 32, Forages for Plantation Crops. Malaysia, pp. 64-69.