



"Enseñar la explotación de la tierra,
no la del hombre"

Universidad Autónoma Chapingo

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN SUELOS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE

ÁRBOLES DISPERSOS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS SILVOPASTORILES EN RANCHOS GANADEROS DE LA HUASTECA POTOSINA

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE

Presenta:

YOLINTZIN CELIK MENDOZA ORTIZ

Bajo la supervisión de:

ALEJANDRO LARA BUENO, DR.



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



Chapingo, Estado de México, abril de 2018

ÁRBOLES DISPERSOS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS
SILVOPASTORILES EN RANCHOS GANADEROS DE LA HUASTECA
POTOSINA

Tesis realizada por **YOLINTZIN CELIK MENDOZA ORTIZ** bajo la supervisión del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

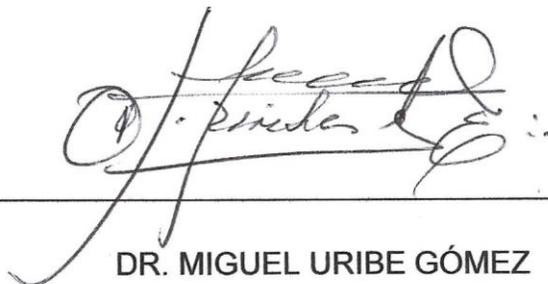
**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

DIRECTOR:



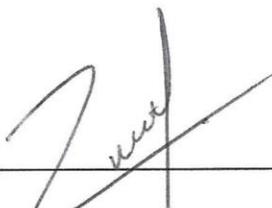
DR. ALEJANDRO LARA BUENO

ASESOR:



DR. MIGUEL URIBE GÓMEZ

ASESOR:



DRA. ROSA MARÍA GARCÍA NÚÑEZ

I. CONTENIDO

I. CONTENIDO	ii
II. ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
III. ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
IV. DEDICATORIA	viii
V. AGRADECIMIENTOS.....	ix
VI. DATOS BIOGRÁFICOS.....	xi
VII. RESUMEN GENERAL.....	xii
VIII. GENERAL ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Árboles en la ganadería.....	4
2.1.1 Árboles dispersos en ranchos ganaderos.....	5
2.1.2 Árbol modelo para sistemas silvopastoriles	6
2.1.3 Funciones de árboles y arbustos en sistemas silvopastoriles.....	8
2.1.4 Manejo de árboles dispersos en potreros	9
2.2 Interacción árbol-pastura-animal	9
2.2.1 Efecto de la sombra, en la producción de pastos	9
2.2.2 Efecto de la sombra sobre el comportamiento animal.....	10
2.3. Incorporación del conocimiento local en la investigación silvopastoril ...	11
2.3.1 Conocimiento local de arbóreas en fincas ganaderas	12
2.3.2 Índice de Importancia Cultural	13
2.4 Implementación de sistemas silvopastoriles en México	15
2.4.1 Experiencias en el trópico mexicano	15

2.4.2	Potencial de la Huasteca potosina para el silvopastoreo	16
2.5.	Producción pecuaria en la Huasteca potosina	17
2.5.1	Razas de ganado bovino.....	18
2.5.2	Alimentación del ganado bovino en el trópico	18
2.5.3	Sistemas de producción ganadera	19
2.6	Literatura citada.....	20
3.	ÁRBOLES DISPERSOS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS SILVOPASTORILES EN RANCHOS GANADEROS DE LA HUASTECA POTOSINA	24
3.1	Resumen	24
3.2	Abstract	25
3.3	Introducción.....	26
3.4	Materiales y métodos	28
3.4.1	Área de estudio.....	28
3.4.2.	Método de investigación, diseño experimental y muestreo.....	30
3.4.3	Generación de tecnologías silvopastoriles.....	33
3.5	Resultados y discusión.....	34
3.5.1	Cadena de producción pecuaria de producción de carne en la Huasteca potosina	34
3.5.2	Estrato arbóreo en ranchos ganaderos.....	37
3.5.3	Efecto de la sombra en el crecimiento del estrato herbáceo	41
3.5.4	Provisión de sombra de los árboles para contrarrestar el estrés calórico de los animales por altas temperaturas.....	43
3.5.5	Usos múltiples de las leñosas dispersas en potreros	46
3.5.6	Componente leñoso de los cercos perimetrales en ranchos ganaderos	60

3.5.7 Características morfológicas de los árboles dispersos en los potreros	65
3.6 Conclusiones.....	68
3.7 Recomendaciones.....	69
3.8 Literatura citada.....	71

II. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de los municipios donde se encuentran las unidades de estudio.	28
Figura 2. Recorrido de reconocimiento de especies arbóreas de usos múltiples. Rancho el Rosario, Aquismón, S.L.P.	32
Figura 3. Toma de temperatura bajo sombra y a luz solar directa con termómetro infrarrojo.	33
Figura 4. Hato de vacas de cruzas comerciales en repasto. Rancho El Rosario, Aquismón, S.L.P.	35
Figura 5. Corrales de engorda de toretes de la empresa engordadora Grupo GUSI en Tamuín, S.L.P.	36
Figura 6. Rancho La Espuela, con densidad promedio de 5 árboles ha ⁻¹ Tamuín, S.L.P.	40
Figura 7. Espacio bajo dosel de un árbol sometido a constante pisoteo del ganado en busca de sombra.	42
Figura 8. Especies arbóreas con más alto IIC: a) <i>Parmentiera aculeata</i> , b) <i>Tabebuia rosea</i> y c) <i>Guazuma ulmifolia</i>	47
Figura 9. a) Fruto, b) Flor y c) Follaje de <i>Parmentiera aculeata</i> (chote) como árbol de usos múltiples en los potreros de ranchos ganaderos de la Huasteca potosina.	49
Figura 10. Potrero con ejemplares de <i>Tabebuia rosea</i> en floración en el mes de abril, en el municipio de Aquismón, S.L.P.	50

Figura 11. “Batea” o recipiente tallado en madera de <i>Tabebuia rosea</i> como saladero para el ganado.	51
Figura 12. <i>Guazuma ulmifolia</i> podada para consumo del follaje como forraje para el ganado bovino en la época de estiaje en fincas ganaderas de la región Huasteca potosina.	52
Figura 13. Rancho el Chical, Aquismón, S.L.P. con predominancia de <i>Sabal mexicana</i>	54
Figura 14. Techos de bohíos construidos con palma <i>Sabal mexicana</i> en comunidad Tenek del municipio de Tanlajás, S.L.P.	54
Figura 15. Vaina de <i>Ebenopsis ebano</i>	57
Figura 16. Ganado bovino bajo la sombra de <i>Prosopis laevigata</i> en el rancho El Mezquiteño, Tamuín, S.L.P.	58

III. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Unidades de producción objeto de la investigación.	30
Cuadro 2. Especies encontradas como árboles dispersos en los ranchos ganaderos muestreados.	37
Cuadro 3. Distribución de las especies identificadas por familia botánica.	39
Cuadro 4. Densidad de árboles dispersos en los potreros en ranchos ganaderos de la Huasteca potosina.	40
Cuadro 5. Densidad de árboles dispersos en los potreros en función del tipo de propiedad de la tierra.	41
Cuadro 6. Promedios de oscilación térmica bajo la copa de árboles dispersos en potreros de siete ranchos ganaderos de la Huasteca potosina.	45
Cuadro 7. Índice de importancia cultural (IIC) para las especies arbóreas dispersas en los potreros de siete ranchos ganaderos de la Huasteca potosina.	48
Cuadro 8. Frecuencia de mención del uso de árboles dispersos en los potreros de fincas ganaderas en la región Huasteca potosina.	56
Cuadro 9. Usos múltiples de las especies de árboles dispersos en los potreros de fincas ganaderas en la región Huasteca potosina.	59
Cuadro 10. Características morfológicas de los árboles dispersos por especie.	66

IV. DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza para desprenderme de lo que amo, más nunca de mis sueños. Por ser la fuerza interior que me impulsa a seguir una meta, un sueño, y toda una vida de sacrificios para alcanzarla.

A mis padres Hilario y Vicky y a mis hermanitas Luci y Tzali por inspirarme a retomar mis estudios y por colaborar siempre conmigo apoyándome en este proceso.

A mi pareja, por desvelarse estudiando conmigo, por acompañarme y apoyarme en el trabajo de campo en la Huasteca, por impulsarme a nunca darme por vencida, por respaldar y aventarse junto a mí en los planes que me propongo y por estar siempre, Nestor, muchas gracias.

A mi compañera y amiga Natalia, porque a lo largo de estos años creamos un lazo de fraternidad, porque con su compañía mi paso por la maestría fue mucho más enriquecedor.

Al futbol, por crear en mi un espíritu de trabajo en equipo, de perseverancia y esfuerzo, sobre todo, por brindarme la posibilidad de hacer amigos incondicionales que están en los buenos y sobre todo en los malos momentos, porque son mi segunda familia.

V. AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por asignarme una beca para cursar los estudios de Maestría en Ciencias sin la cual hubiese sido complicado alcanzar el grado.

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), por ser nuevamente la institución que me permitió formarme en un grado académico más y ha sido mi *Alma mater* desde mi formación en Preparatoria.

A la Coordinación General de Posgrado de esta universidad donde se me apoyó para participar en foros externos de divulgación científica, plataforma donde pude compartir los logros alcanzados en el trabajo de tesis de maestría.

Al Programa de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible coordinado por la Dra. Edna Álvarez Sánchez y a todo el personal adscrito, por todo el apoyo recibido en pro de contribuir a mi formación académica y personal con base en los códigos de ética y valores.

Al Dr. Alejandro Lara Bueno por los conocimientos, recursos y tiempo invertido en este proyecto de formación académica, por ser guía en este proceso de aprendizaje y sobre todo por depositar su confianza en mí persona para llevar a cabo este proyecto de investigación.

Al Dr. Miguel Uribe Gómez por los conocimientos compartidos a lo largo de este proceso de formación, por transmitir la importancia de nuestra disciplina de estudio en la generación de bienes y servicios de manera sustentable.

A la Dra. Rosa María García Núñez por su valiosa colaboración a lo largo de este proyecto de formación académica y por compartir sus conocimientos en este gran equipo de trabajo que formamos para ejecutar exitosamente esta investigación.

A los 7 productores ganaderos que amablemente accedieron a colaborar con esta investigación, por compartir conmigo el conocimiento que poseen respecto al uso múltiple de los árboles y por permitirme conocer sus unidades de producción.

A mi padre el Tec. Forestal Hilario Mendoza por ayudarme en el trabajo de campo, en el levantamiento de datos forestales y con los traslados a las unidades de producción.

VI. DATOS BIOGRÁFICOS



Datos personales

Nombre	Mendoza Ortiz Yolintzin Celik
Fecha de nacimiento	08 de febrero de 1991
Lugar de nacimiento	Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo
CURP	MEOY910208MHGNRL07
Profesión	Ingeniero Forestal
Cédula profesional	08741293

Desarrollo Académico

Bachillerato	Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo
Licenciatura	Universidad Autónoma Chapingo (UACH)

VII. RESUMEN GENERAL

ÁRBOLES DISPERSOS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS SILVOPASTORILES EN RANCHOS GANADEROS DE LA HUASTECA POTOSINA¹

Árboles dispersos en los potreros es una tecnología silvopastoril, producto del manejo selectivo de especies leñosas, por los productores del campo, para obtener productos y servicios para la actividad ganadera y bienestar animal. El objetivo de esta investigación fue identificar especies arbóreas con potencial para el diseño de tecnologías silvopastoriles en ranchos ganaderos de la Huasteca potosina. En siete fincas ganaderas se contabilizaron 863 árboles dispersos, de 26 especies 10 familias arbóreas. *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem, *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.D.C, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Prosopis laevigata* (Willd.) M.C. Johnst. y *Piscidia carthagenensis* Jacq., fueron las especies arbóreas con mayor Índice de Importancia Cultural (IIC). Por su fácil propagación y sobrevivencia, es factible incorporar estas especies en sistemas agroforestales y silvopastoriles. Fueron identificadas 26 especies con 13 diferentes usos: sombra para el ganado, forraje, postes para cercos, madera para construcción, medicina tradicional, leña, madera para muebles, cercos vivos, comestible, material para fabricar mangos de herramientas, ceremoniales, ornamentales y para construir saladeros para los animales. Las fincas ganaderas de propiedad privada, presentaron densidades arbóreas más bajas en contraste con las fincas ejidales. En todas las fincas ganaderas ejidales se observaron cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., además de árboles dispersos en los potreros mientras que, en las fincas privadas hubo cercos de alambre de púas con postes muertos y el uso de cerco eléctrico para delimitar propiedades y potreros. En conclusión, los ranchos ganaderos de la Huasteca potosina tienen árboles dispersos de usos múltiples con potencial para el diseño y manejo de tecnologías silvopastoriles, incluyendo cercos vivos y bancos forrajeros.

Palabras clave: Árboles dispersos, Ganadería tropical, Huasteca potosina.

¹Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible
Universidad Autónoma Chapingo.
Autor: Yolintzin Celik Mendoza Ortiz
Director de Tesis: Alejandro Lara Bueno

VIII. GENERAL ABSTRACT

DISPERSOUS TREES FOR DESIGN OF SILVOPASTORAL TECHNOLOGIES IN CATTLE RANCHES OF THE HUASTECA POTOSINA ²

Dispersed trees in paddocks is a silvopastoral technology, product of the selective management of woody species, by the producers of the field, to obtain products and services for livestock activity and animal welfare. The objective of this research was to identify tree species with potential for the design of silvopastoral technologies in ranches of the Huasteca potosina. In seven cattle farms there were 863 scattered trees, comprising 26 species and 10 tree families. *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem, *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.D.C, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Prosopis laevigata* (Willd.) M.C. Johnst. and *Piscidia carthagenensis* Jacq., were the tree species with the highest Cultural Importance Index (CII). Due to their easy propagation and survival, it is feasible to incorporate these species into agroforestry and silvopastoral systems. Twenty-six species with 13 different uses were identified: shade for livestock, fodder, fence posts, construction timber, traditional medicine, firewood, furniture wood, living fences, food, material for making tool handles, ceremonial and ornamental purposes and for building troughs for animals. The privately owned cattle ranches presented lower tree densities in contrast to the ejido farms. In all ejidal cattle ranches, living fences of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., were observed, as well as scattered trees in the paddocks, while in the private ranches there were barbed wire fences with dead poles and the use of electric fencing to delimit properties and paddocks. In conclusion, the cattle ranches of Huasteca potosina have scattered trees of multiple uses with potential for the design and management of silvopastoral technologies, including living fences and forage banks.

Keywords: Dispersed trees, Tropical Livestock, Huasteca potosina, Multiple uses

² Master Degree Thesis in Agroforestry for Sustainable Developing,
Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Yolintzin Celik Mendoza Ortiz

Advisor: Alejandro Lara Bueno

1. INTRODUCCIÓN

Existen en México sistemas de producción de la tierra donde se manejan integralmente cultivos básicos, el manejo forestal y la producción animal. El manejo de pasturas con árboles dispersos es un ejemplo de ello. Las pasturas en México y otros países se han establecido, por lo general después de la práctica de roza, tumba y quema, o bien después de un corto período de cultivos agrícolas, dando lugar a un paisaje fragmentado. Estas prácticas han inducido a la tala de árboles y a la conversión de grandes extensiones de bosque en pasturas. Sin embargo, los beneficios de esa conversión son temporales (Esquivel et al., 2003). A la par de estas prácticas, la mayoría de los productores ganaderos retienen algunos árboles dispersos en los potreros para obtener beneficios adicionales a la ganadería, como madera, alimentos, sombra y frutos para el ganado. Sin embargo, muy poco se sabe acerca de la diversidad, abundancia, riqueza y composición, de las especies de árboles dispersos en los potreros de ranchos ganaderos (Esquivel, Ibrahim, Harvey, Benjamín y Sinclair 2011).

Hasta hace poco los beneficios de los árboles dentro de los ranchos ganaderos no habían sido valorados suficientemente, sin embargo, recientemente se han documentado múltiples ventajas que el componente leñoso aporta a las unidades de producción pecuarias (Ibrahim y Camargo, 2001). Pinto et al. (2005) estudiaron el conocimiento local aplicado a las arbóreas de mayor uso en la ganadería y reportaron 38 productos y servicios diferentes que brindan los árboles y arbustos de la región tropical de Chiapas. Sosa, Pérez, Ortega y Zapata (2004) documentaron que los usos que los productores dan a los árboles y arbustos son múltiples; en la mayoría de los casos son utilizados para sombra, cercos vivos, comestibles, medicinales, ornamentales, maderables, y para obtener látex. Otros trabajos como los de Jiménez, Velasco, Uribe y Soto (2008), y Magaña, Santos y Castillo (2015) también destacan el valor multiuso de los árboles presentes en ranchos ganaderos, sin embargo, la mayoría de los

productores encuestados no llevan a cabo un uso planificado de las especies arbóreas.

El sistema de leñosas perennes dispersas en potreros puede ocurrir en forma natural, o también puede ser el resultado de la intervención del hombre, ya sea a través de manejo selectivo de árboles y arbustos remanentes o mediante la introducción de árboles en praderas ya existentes. En este último caso las densidades y los arreglos espaciales pueden ser regulados por el hombre, lo que significa que se pueden manejar las interacciones (Pezo e Ibrahim, 1999). El manejo adecuado del componente leñoso y sus interacciones en un sistema de producción es una alternativa que puede representar beneficios para los productores ante un panorama poco atractivo para la actividad ganadera.

Información sobre los árboles predominantes en los ranchos ganaderos y sus usos es aún insuficiente y muy poco se sabe acerca de la diversidad, abundancia, riqueza y composición de las especies de árboles dispersos en los ranchos ganaderos del trópico (Esquivel et al., 2011). Por lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo identificar, mediante el conocimiento local y caracterización del medio biofísico, los árboles dispersos en ranchos ganaderos de la Huasteca potosina con mayor potencial para el diseño de tecnologías silvopastoriles, y para proponer mejoras a los sistemas de producción.

La realización de esta investigación es importante ya que, si bien es cierto, existen diversos trabajos sobre el potencial forrajero de árboles y arbustos, pero el conocimiento sobre los usos múltiples de los árboles que forman parte del paisaje de los ranchos ganaderos es aún insuficiente, menos aún de las especies arbóreas nativas. El factor social es también de importancia a investigar puesto que el conocimiento tradicional en la investigación participativa es relevante para identificar necesidades de la población rural, priorizar temas relevantes de investigación y fortalecer las capacidades locales (Jiménez et al., 2008). En este sentido, a partir de los resultados del presente estudio es posible identificar las especies arbóreas de importancia para los productores y diseñar técnicas

adecuadas a las necesidades de los usuarios, de fácil aceptación, y compatibles con los intereses ecológicos y económicos.

OBJETIVOS

General

Identificar, mediante el conocimiento local y caracterización del medio biofísico, los árboles con mayor potencial para el diseño de tecnologías silvopastoriles en ranchos ganaderos de la Huasteca potosina.

Particulares

- i. Identificar las interacciones leñosa-pastura mediante la caracterización biofísica del sistema de producción ganadero.
- ii. Identificar los diferentes usos de las especies leñosas en las fincas ganaderas a través del índice de importancia cultural, para seleccionar las especies arbóreas más importantes a criterio del propio productor.
- iii. Diseñar tecnologías silvopastoriles con las especies leñosas con los mayores índices de importancia cultural para optimizar las interacciones positivas que contribuyan a incrementar la productividad de la finca ganadera.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Árboles en la ganadería

En América Tropical y Sub-Tropical, especialmente en las regiones semiáridas y áridas, existen varias manifestaciones de sistemas silvopastoriles basados en el uso de la vegetación natural constituida por leñosas perennes dispersas y un estrato bajo de vegetación herbácea con dominancia de gramíneas. (Pezo e Ibrahim, 1999). Mantener o incrementar el número de árboles dispersos en los potreros representa una opción viable para incrementar la productividad y sostenibilidad de las fincas ganaderas. Esta estrategia permite la diversificación de productos y brinda otros beneficios productivos y ambientales. Los árboles aportan madera, postes, leña, productos medicinales y alimento para los humanos y el ganado. Además, proporcionan servicios ambientales tales como captura de carbono, conservación de la biodiversidad y embellecimiento del paisaje (Esquivel et al., 2003).

No obstante que los productores obtienen diversos beneficios al mantener árboles dispersos en sus ranchos ganaderos esos beneficios pueden ampliarse si se tiene un plan de manejo a corto y mediano plazo. Es necesario mejorar los sistemas de producción pecuarios practicados actualmente por los productores, particularmente aquellos que tienen un enfoque de sostenibilidad de la empresa ganadera, como son: cercos vivos, árboles dispersos en potreros, plantaciones agroforestales, bancos forrajeros y sistemas silvopastoriles intensivos. También es deseable evaluar los servicios ambientales obtenidos especialmente en temas como captura de carbono, biodiversidad, conservación de suelo y agua, bienestar animal e inocuidad de los productos pecuarios (Grande, 2010).

Sin embargo, a pesar de las múltiples ventajas que aporta el componente leñoso en los sistemas de producción ganaderos, en la práctica existe insuficiente tasa de adopción por los productores, lo cual debe ser motivo de análisis, discusión y

corrección para que estos sistemas puedan convertirse en parte sustancial de los procesos de cambio que requieren las explotaciones ganaderas sustentables.

Clavero y Suárez (2006) exponen algunas de las causas principales que limitan el desarrollo de las tecnologías silvopastoriles, como son: falta de germoplasma, problemas de plagas y enfermedades, poca información técnica relativa a la producción y calidad de los productos, investigaciones mal orientadas, períodos largos de espera en el establecimiento de árboles en los potreros y falta de educación agroforestal. En aspectos socioeconómicos destacan: falta de vinculación y extensionismo, financiamiento insuficiente para las inversiones, falta de semillas de calidad y escasez de mano de obra calificada. Desde el punto de vista sociocultural resaltan las tradiciones de los productores y la creencia que el pasto escasea bajo el dosel de los árboles.

2.1.1 Árboles dispersos en ranchos ganaderos

El sistema de leñosas perennes dispersas en potreros puede ocurrir en forma natural o puede ser el resultado de la intervención del hombre. Ya sea a través del manejo selectivo de árboles y arbustos remanentes después que el bosque fue talado y transformado en pasturas o mediante la introducción de árboles en praderas ya existentes. La introducción de árboles en ranchos ganaderos, sea producto de procesos naturales o de la acción del hombre, es un hecho suscitado desde hace años, sin embargo, no responde a un arreglo espacial determinado. Esto dificulta el manejo de las interacciones dadas entre las especies arbóreas y las forrajeras herbáceas. Una opción para superar esta limitante, es la introducción de árboles en potreros con un arreglo espacial definido, similar al del sistema de plantaciones, sólo que, a menores densidades, para reducir el impacto de la interferencia ejercida por el estrato de leñosas sobre la vegetación herbácea (Pezo e Ibrahim, 1999)

2.1.2 Árbol modelo para sistemas silvopastoriles

Beer, Somarriba, Barrance y Leakey (2003) proponen que para establecer árboles en las fincas es preciso enlistar criterios, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de los diferentes diseños agroforestales y reflexionar sobre los principales factores de éxito en la siembra de árboles con cultivos o pasturas. Por ello, es aconsejable conocer cómo manejar los árboles en sistemas agroforestales, dado que es conveniente considerar las condiciones particulares de cada sitio antes de adaptar los sistemas de interés. Las listas de criterios son herramienta útil para la toma de decisiones con base en los objetivos de los agricultores y la información local.

Beer et al. (2003) mencionan que algunas características relevantes de los árboles para usarse en sistemas silvopastoriles son las siguientes:

Alto valor nutritivo. Deben usarse especies leñosas, variedades o procedencias de alto valor nutritivo (alta proteína y energía, poca fibra) y bajo contenido de compuestos antinutricionales (taninos, alcaloides, terpenos, saponinas, entre otros. Por ejemplo, *Leucaena leucocephala* es altamente palatable contiene mimosina que puede afectar seriamente el consumo y la salud del animal.

Adaptación a las condiciones de clima y suelo. Cuando se evalúan especies vegetales, es esencial considerar sus características agronómicas y adaptabilidad. Las arbóreas forrajeras robustas como *Brosimum alicastrum*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* crecen mejor en suelos alcalinos y son tolerantes a la sequía. Otras especies que pueden establecerse en bancos forrajeros incluyen a *Gliricidia sepium*, *Trichantera gigantea* y *Cratylia argentea*. No es recomendable plantar especies que demandan muchos nutrientes en sitios de baja calidad o poca fertilidad.

Mejoramiento de suelo. Es deseable seleccionar árboles forrajeros que mejoren el suelo. Los bancos forrajeros de leguminosas como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* pueden fijar de 75 a 200 kg N ha⁻¹ año⁻¹. Los requerimientos de

Rhizobium para los árboles leguminosos deben ser determinados especialmente cuando se piensa plantarlos en suelos pobres. Algunas especies con raíces profundas, como *Brosimum alicastrum*, *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*, son capaces de acumular y reciclar minerales (fósforo, potasio, magnesio, calcio y boro) de las capas profundas del suelo.

Resistencia al fuego. Los ganaderos de zonas secas suelen quemar los pastizales al finalizar la época seca, para estimular el crecimiento de rebrotes verdes y suculentos durante la época lluviosa. Por tanto, los árboles forrajeros deben tener cierta tolerancia al fuego. *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia* son dos ejemplos, debido a sus raíces profundas y su habilidad para mantener reservas de alimentos en la base del árbol, lo que les permite un rebrote desde el nivel del suelo después de una quema controlada.

Los elementos que Beer et al. (2003) exponen para la selección del árbol idóneo son herramientas útiles para construir propuestas de intervención silvopastoril, sin embargo, es fundamental considerar el punto de vista del productor quien tomará las decisiones sobre los cambios en las prácticas que maneja. Varios trabajos han indagado la opinión de los productores respecto a la inclusión de árboles en sus potreros. Febles y Ruiz (2008) afirman que es la experiencia de ganaderos y campesinos, el elemento principal que sugiere el tipo de árboles y arbustos que deben incluirse en las diversas áreas ganaderas. Algunas de estas características generales son: ser de crecimiento rápido en las primeras etapas de la plantación, tener habilidad competitiva con las malezas, ser tolerante a las podas, cortes y pastoreo, tener adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas, y ser compatible con otras especies, como las leguminosas y gramíneas que conviven con ellos en la misma área, entre otras.

2.1.3 Funciones de árboles y arbustos en sistemas silvopastoriles

Una actividad productiva, históricamente extractiva, como es el monocultivo de pasto, no puede ofrecer más beneficios ambientales comparado con la biodiversidad de los ecosistemas naturales. Sin embargo, como sistema de producción, la ganadería puede tener mayores potencialidades para realizar contribuciones al manejo de la naturaleza, si la comparamos con otros sistemas. La necesidad de contar con servicios ambientales, como la captura de carbono y la biodiversidad, demuestra la necesidad imperiosa de introducir la agroforestería como herramienta fundamental para los sistemas de producción animal sustentables, a partir de la implementación de tecnologías adaptables al cambio climático (Alonso, 2011).

En este sentido, en México se han realizado investigaciones con el objetivo de identificar los usos múltiples que los productores le dan al componente arbóreo en las fincas ganaderas. Así, en el estado de Veracruz, Ascencio, Valles, Ibrahim y Castillo (2013) identificaron poco más de 145 especies de árboles de origen natural o naturalizado que son comúnmente utilizadas para alimentar al ganado, lo que indica el alto potencial forrajero de estas especies; estos investigadores proponen que la atención debe centrarse en el uso de árboles forrajeros, en aquellos que mejoran la fertilidad del suelo y en el suministro de leña, en granjas a pequeña escala en la región. Cinco especies leñosas identificadas en las fincas encuestadas, tales como *Guazuma ulmifolia*, *Mangifera indica*, *Parmentiera aculeata*, *Manilkara sapota*, y *Salix humboldtiana*, destacaron con la mayor diversidad de usos.

En Colombia, Panadero (2010) realizó extensa revisión de literatura donde recopila información sobre el uso de los árboles en sistemas de producción ganaderos, con efecto en la reducción del estrés calórico al disminuir la temperatura ambiente en las áreas de pastoreo, lo cual permite a los animales mantenerse dentro o cerca de la zona de termo-neutralidad. Esto puede mejorar la eficiencia productiva de las vacas productoras de leche. Al respecto, Pezo e

Ibrahim (1999) sugieren que los árboles dispersos en los potreros tienen efectos positivos sobre el consumo voluntario, la producción de carne y/o leche, la reproducción en el hato y la sobrevivencia de los animales, y que este efecto es mayor en animales de razas *Bos Taurus*, las cuales tienen menor tolerancia a las condiciones tropicales.

2.1.4 Manejo de árboles dispersos en potreros

El sistema de árboles dispersos en potreros puede ser el resultado de la intervención del hombre. Ya sea a través del manejo selectivo de árboles y arbustos remanentes después que el bosque fue transformado en pasturas, o de la introducción de árboles en las praderas ya existentes. En estos casos las densidades y los arreglos espaciales pueden ser regulados por el productor, lo que conlleva a manejar las interacciones, tanto positivas como negativas (Pezo e Ibrahim, 1999).

Para garantizar el éxito de la introducción de árboles o arbustos a los sistemas de producción, es recomendable seleccionar especies arbóreas nativas o locales, que cumplan con las características deseables. La vegetación nativa alberga diversidad de plantas de usos múltiples para los sistemas ganaderos, con impactos positivos en la economía, el bienestar animal y en los servicios ambientales. El amplio conocimiento que poseen los productores en el uso de las leñosas nativas, permite instrumentar estrategias para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos florísticos, mediante el establecimiento de sistemas agroforestales (Magaña et al., 2015).

2.2 Interacción árbol-pastura-animal

2.2.1 Efecto de la sombra, en la producción de pastos

La sombra proyectada por los árboles trae consigo importantes modificaciones en los factores ambientales y en los atributos de las plantas que crecen bajo el dosel (Pentón, 2002). La sombra condiciona variaciones en la cantidad y calidad

de luz solar a partir de la reducción de la radiación fotosintéticamente activa; provoca disminución de la temperatura del aire, del suelo y de las hojas de las plantas; propicia el aumento de la humedad relativa del aire y el suelo; cambia el ritmo de apertura, cierre y funcionamiento de estomas; reduce los niveles de transpiración y aumenta el potencial hídrico y la productividad de las plantas. Al respecto se han realizado estudios para evaluar el efecto de la densidad de sombra sobre la producción de biomasa y calidad en el estrato herbáceo de ranchos ganaderos. Pentón (2002) reporta que *L. leucocephala* y *A. lebbeck* resultan ser las arbóreas más adecuadas para establecer sistemas silvopastoriles, tomando como factor de comparación el nivel de sombra que proyectan en función de las características morfológicas estudiadas.

Obispo, Espinoza, Gil, Ovalles y Rodríguez (2008) también estudiaron el efecto de la densidad de sombra sobre la producción de biomasa y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) y encontraron que los contenidos de PC de la gramínea resultaron similares en todos los niveles de sombra, con un promedio de $13.2 \pm 0.36\%$, con una tendencia numérica a ser mayor al incrementarse la densidad del sombreado, mientras que el contenido de FDN disminuyó ($P < 0.05$) al aumentar el sombreado, con valores de 71.7; 69.9; 73.2 y 76.3%, para los niveles de sombra alta, media, bajo y sin sombra, respectivamente. La digestibilidad del forraje fue mayor ($P < 0.05$) para las condiciones de alto y medio sombreado, con valores de 62.6; 65.9, respectivamente, y menores para los niveles bajo y sin sombra (59.4 y 59.4, respectivamente). Se debe contribuir al conocimiento del efecto de la sombra sobre el estrato herbáceo pues esto ayudará a generar propuestas de intervención silvopastoril que optimice la densidad de árboles dispersos en los potreros para proveer bienestar al ganado sin comprometer la producción de forraje de los pastos.

2.2.2 Efecto de la sombra sobre el comportamiento animal

En América Central, los productores introducen árboles en los potreros para proveer sombra a los animales y obtener beneficios adicionales como leña y

madera (Villanueva et al. 2004). Los estudios sobre árboles en fincas muestran que los productores manejan diferentes configuraciones de árboles que se caracterizan por tener diferentes densidades, composición y cobertura de árboles (p. ej., cercas vivas, árboles dispersos en potreros). Betancourt, Ibrahim, Harvey y Vargas (2003) realizaron un estudio en 15 fincas para estudiar el efecto de los niveles de cobertura de árboles sobre el comportamiento animal durante la época seca (febrero a abril) y observaron que, en potreros con baja cobertura de árboles, el ganado dedica más tiempo a la rumia y al descanso, mientras que con alta cobertura arbórea disminuyó la temperatura rectal de las vacas. La reducción del estrés calórico y el mayor consumo de follaje y frutos en las vacas en porteros de alta cobertura arbórea contribuyeron a una mayor producción de leche, en comparación con potreros de baja cobertura arbórea.

Velazco, Esquivel, y Rovira, (2012) desarrollaron un trabajo para evaluar el efecto de la restricción en el tiempo de acceso a la sombra artificial en el desempeño productivo de novillos en pastoreo, y sus resultados demuestran que la disponibilidad de sombra mejoró significativamente el comportamiento productivo de novillos, mientras que los animales sin acceso a sombra registraron mayor nivel de estrés que los animales con acceso a sombra. Sin embargo, los animales con libre acceso a la sombra tendieron a pastorear menos tiempo y dedicaron más tiempo a descansar y/o a rumiar durante las horas luz del día, comparado con los animales sin acceso a sombra. Sin embargo, pese a que se han documentado algunos de los beneficios de la cobertura arbórea sobre el bienestar animal, se deben generar más estudios que permitan establecer límites para minimizar las interacciones negativas de la sombra de los árboles con el componente herbáceo y el componente animal.

2.3. Incorporación del conocimiento local en la investigación silvopastoril

El hecho de que el conocimiento local desempeña un papel central en la ejecución exitosa de los programas de investigación agroforestal se ha transformado en las dos últimas décadas, de un nivel marginal de opinión a un

principio central de los programas de desarrollo. Sinclair y Walker (1998) afirman que los programas de desarrollo agroforestal probablemente sean más eficaces si se diseñan, implantan y evalúan con el debido conocimiento de los agricultores o habitantes de los bosques involucrados. Cualquier iniciativa de investigación y extensión agroforestal que apunte a mejorar la productividad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas existentes debe basarse en un análisis riguroso y reportable del conocimiento de los practicantes.

Los investigadores agroforestales no han podido, en general, diseñar prácticas que los agricultores adopten, lo que tal vez no sea tan sorprendente dada la complejidad que ello implica, sin embargo, los programas agroforestales tienen más éxito cuando se basan en un cambio incremental de sistemas y prácticas existentes que cuando se basa en la extensión de paquetes de tecnología prefabricados que buscan una transformación abrupta (Sinclair y Walker, 1998). Esta es un área de oportunidad para la investigación agro y silvopastoril pues puede generar elementos metodológicos y teóricos para generar modelos de intervención que sean adoptados por los productores.

2.3.1 Conocimiento local de arbóreas en fincas ganaderas

La evaluación de especies leñosas para ser utilizadas en sistemas silvopastoriles es un campo de la investigación agroforestal que se ha estado desarrollando en los últimos años puesto que representa un área de oportunidad para diseñar tecnologías de intervención silvopastoril con especies que los productores conocen y pueden adoptar con mayor facilidad. La vegetación nativa es un reservorio de recursos naturales de valor potencial para el diseño de estas tecnologías.

Los potreros en los ranchos ganaderos de México, son manejados usando conocimientos locales y se caracterizan principalmente por la presencia de árboles jóvenes que crecen espontáneamente y son retenidos deliberadamente por el productor, aunque algunos árboles también fueron plantados (Martínez

Villanueva y Casanova, 2013). En este sentido, el rescate del conocimiento tradicional es importante y permite comprender la manera en que se manejan los recursos naturales dentro del rancho y permitirá hacer propuestas de mejora objetivas.

López y Valdéz (2011), mencionan que el conocimiento tradicional tiene gran valor, debido a que es el resultado de la experiencia adquirida a través de los siglos, y adaptado a la cultura y al entorno local. Se transmite por vía oral, de generación en generación y tiende a ser de propiedad colectiva. De ahí la gran importancia de sistematizarlo pues esto permitiría que las autoridades encargadas de la conservación tomen medidas de manejo más adecuadas, haciéndolas extensivas a otras comunidades. Al respecto, el estudio de Ascencio et al. (2013) mostró que el conocimiento local aportó bases para generar aseveraciones acerca del valor multiuso del recurso arbóreo dentro de las fincas.

2.3.2 Índice de Importancia Cultural

Una metodología de etnobotánica cuantitativa es el cálculo del índice de importancia cultural (IIC) (Figueroa, 2000).

Este cálculo considera la determinación de tres componentes: Intensidad de uso (Iu), Frecuencia de mención (Fm) y Valor de uso total (VuZ), y permite jerarquizar las especies de acuerdo con el valor que reciben por los campesinos.

$$IIC = \frac{Iu \text{ rel} + Fm \text{ rel} + Vutz \text{ rel}}{3}$$

Donde:

Iu rel = intensidad de uso relativa:

$$Iu \text{ rel} = (uz/ut)100$$

Donde:

uz = número de usos de la especie z para todos los informantes

ut = número total de usos para todas las especies y todos los informantes

Fm rel = frecuencia de mención relativa:

$$Fm \text{ rel} = (Fm/Fmt)100$$

Donde:

Fm = frecuencia de mención

Fmt = número total de menciones para todas las especies, todos los usos y todos los Informantes

Vutz rel = valor de uso total relativo:

$$Vutz \text{ rel} = Vutz/u$$

Donde:

Vutz = valor de uso total de la especie z

Este índice ha sido útil en investigaciones como las de López (2008) y Barrera (2014) quienes identificaron las especies arbóreas más útiles para dos comunidades de Chiapas en una selva alta perennifolia, para proponer alternativas de manejo forestal. López (2008) en la investigación anteriormente referida, reportó que se identificaron 83 especies de árboles, distribuidas en 69 géneros y 40 familias, para un área de 0.54 ha muestreadas. La familia más importante fue Fabaceae. Los pobladores mencionaron 10 usos diferentes para 83 especies de árboles. El uso mencionado con mayor frecuencia fue “madera para muebles”, principalmente de cedro (*Cedrela salvadorensis*), guanacaste

(*Enterolobium cyclocarpum*) y matiliguatate (*Tabebuia rosea*); lo cual no significa que sea el uso más realizado, sino que para ellos estas especies tienen mayor valor económico.

2.4 Implementación de sistemas silvopastoriles en México

Es importante destacar que la ganadería es una actividad económica que actualmente enfrenta serios retos de competitividad en los mercados y sustentabilidad ambiental debido al modelo imperante de producción, caracterizado por alto grado de transformación de sus ecosistemas naturales. La tala inmoderada de la selva tropical y la selva baja caducifolia para la siembra de gramíneas forrajeras ha dado lugar a una ganadería extensiva con bajo crecimiento en productividad, expresada en baja carga animal, bajos índices de producción por animal (litros de leche o kilogramos de carne) por ha., y reducida contribución a la capitalización y generación de empleo rural (Moreno, 2011).

2.4.1 Experiencias en el trópico mexicano

Ante la problemática que vive el sector ganadero del trópico mexicano, Fundación PRODUCE Michoacán A. C. ha puesto en marcha lo que denominan “Modelo de Consenso Silvopastoril Intensivo para la Ganadería Sostenible del Trópico Michoacano” (SSPI). Este modelo es la “constitución rápida y participativa de una intervención estratégica sobre los problemas de la producción ganadera en la que los principales actores se ponen de acuerdo con los componentes y metas técnicas, económicas, sociales y ambientales del proyecto, buscando una multiplicación masiva de los resultados en campo, actuando en una región o regiones sobre los factores críticos que limitan el desarrollo de la actividad de la región” (Moreno, 2011).

Otro caso de implementación de sistemas silvopastoriles intensivos es el establecido en las planicies costeras del estado de Colima, en los municipios de Tecmán, Armería y Manzanillo. En esta zona es común encontrar plantaciones de cocotero (*Cocos nucifera*) con pastos y ganado. En estas condiciones, en

asociación crecen pastos nativos o naturalizados como guinea (*Panicum maximum*), estrella (*Cynodon plectostachyus*), pará (*Brachiaria mutica*), insurgentes (*Brachiaria brizantha*), entre otros, además de leguminosas herbáceas nativas como *Rinchosia minima*, *Desmodium spp*, *Centrocema spp*, por mencionar algunas. Tal situación es aprovechada por los ganaderos de esta región para la producción de leche y carne de bovino en sistemas de doble propósito, así como de ovinos de pelo, además del aprovechamiento de frutos o madera a partir del cocotero (Palma, 2006).

2.4.2 Potencial de la Huasteca potosina para el silvopastoreo

Los municipios de la región planicie huasteca, cuentan con las condiciones propicias para el desarrollo de la ganadería y la agricultura, sin embargo, los efectos del cambio climático han contribuido a empeorar la producción pues, en los últimos ocho años, se han generado lluvias torrenciales o sequías intensas en épocas atípicas del año. La presencia de este clima ha hecho necesario el fortalecimiento de la economía rural mediante el mejor uso de suelo de acuerdo a su ubicación, ya sea en la zona de riego o temporal, buscando así mejores opciones para su uso en la agricultura o ganadería (Hernández, 2016).

En la Planicie Huasteca potosina se dedican a la ganadería más de 500 mil ha y de éstas, 15 mil cuentan con infraestructura hidráulica. En esta superficie los pastos de las praderas y agostaderos presentan una disminución muy marcada en la producción de forraje durante los meses de octubre a mayo en condiciones de temporal y de octubre a febrero en condiciones de riego, debido a que las especies de pastos son afectadas por las bajas temperaturas y fotoperiodo corto en ambas condiciones, y por escasez de lluvia en temporal. Una alternativa de solución a esta problemática es el establecimiento del sistema silvopastoril intensivo (siembra de leucaena en alta densidad asociada con pastos). La leucaena es la principal especie arbórea con potencial forrajero que se utiliza en este sistema de producción por su amplia adaptación, soporta el ramoneo, tiene alto contenido de proteína; además de existir semilla comercial con la cual se

realiza la siembra en forma mecanizada; sin embargo, en la región de las Huastecas existen otros árboles con capacidad forrajera como el cocoite (*Gliricidia sepium*), guácima (*Guazuma ulmifolia* Lam), tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis* L), entre otros (González, Urrutia y Pérez, 2010).

2.5. Producción pecuaria en la Huasteca potosina

La región Huasteca potosina tiene diferentes ámbitos agropecuarios en función de sus características fisiográficas y climáticas. La variación en el gradiente altitudinal condiciona los tipos de vegetación, que van desde el matorral espinoso en la planicie cercana a las costas hasta el bosque templado en lo alto de la sierra. Estas diferencias inciden en la distribución espacial de varios ámbitos para la producción y los sistemas agrícolas que se desarrollan en cada zona agroecológica. La dinámica socioeconómica de los campesinos y pequeños propietarios han generado históricamente una sociedad rural que se distribuye en la zona Pujal Coy, la zona cañera para producción de azúcar, la zona cañera para la producción de piloncillo, la zona cafetalera, la zona citrícola y la zona ganadera (Crispín, 2013).

Las áreas ganaderas de la Huasteca se ubican en parte de los municipios de Ébano, San Vicente Tancuayalab, Tamuín, Tanquián, San Martín, Tampamolón y Ciudad Valles, resaltando el municipio de Tamuín como el centro rector. Esta zona continúa presentando el típico paisaje ganadero huasteco constituyéndose como la principal zona ganadera del estado (Baca, 1996).

Ante este panorama del sector pecuario, los líderes ganaderos manifiestan que la principal necesidad que tiene el gremio es el repoblamiento de hatos, así como la incorporación de tecnología que lleve a generar una mayor productividad (Torres, 2015); atendiendo a esta necesidad y sumándose al llamado mundial por generar tecnologías que reduzcan el impacto al medio ambiente, los sistemas silvopastoriles son una herramienta que puede contribuir con este propósito.

2.5.1 Razas de ganado bovino

En unidades de producción de bovinos de doble propósito distribuidas en los municipios de Tamuín, Ébano y San Vicente Tancuayalab, el tamaño medio de los hatos es de 94 ± 57 bovinos y predominan las cruza de razas *Bos indicus* (Cebú) con Pardo Suizo, Simmental, Charolais, Santa Gertrudis, Angus y Limousin (Vieyra et al., 2013).

En la Huasteca potosina predominan bovinos producto de la crusa de razas cebuínas con razas europeas como parte del mejoramiento genético, introducido a través de los sementales. Este mejoramiento se hace con la finalidad de garantizar la adaptación de los animales a las condiciones de elevadas temperaturas sin generar una marcada reducción en la productividad. En esta zona se practica el doble propósito debido a que la producción de leche tuvo auge cuando se establecieron grandes acopiadoras entre las que figuraba la Nestlé que absorbía grandes volúmenes de leche fresca (Baca, 1996).

2.5.2 Alimentación del ganado bovino en el trópico

La alimentación de los bovinos en la región Huasteca se da a través del pastoreo de los hatos en los agostaderos de pastos introducidos, por ejemplo, Estrella de África, Guinea y Pará, que son los más comunes, y que a la fecha son considerados como naturales de la región.

Vázquez (2008) menciona que además de los pastos inducidos, se han introducido los esquilmos, pastos cultivados y ensilados. El incremento en la utilización de esquilmos y ensilados por los productores se explica porque, como parte de apoyos gubernamentales, se han otorgado picadoras de forraje y molinos, lo que les permite incorporar a la dieta de los animales esquilmos, pastos de corte y ensilados, puesto que la época de estiaje llega a tener duración de hasta cinco meses, y la utilización de esquilmos es buena estrategia para hacerle frente a la sequía y abatir costos de producción al diversificar las fuentes alimenticias naturales de la región.

2.5.3 Sistemas de producción ganadera

En la Huasteca potosina, predomina la explotación de ganado bovino y existen varios tipos de explotaciones, desde pequeñas ganaderías extensivas hasta las fincas ganaderas de gran capital, con esquemas integrados de pastoreo intensivo tecnificado, fabricación de alimento balanceado, engorda de ganado, matanza y desollado, empaque y comercialización a mercados, locales, regionales, nacional y de exportación. Las actividades económicas que se desarrollan en la Huasteca potosina se encuentran determinadas por las condiciones naturales de clima, suelo y agua. Su presencia e interrelación juegan un papel decisivo en la orientación productiva de las actividades primarias, destacando, según Vázquez (2008), las siguientes: Agricultura (caña de azúcar, maíz, frijol, cítricos, soya y hortalizas en pequeñas superficies); y Ganadería (bovinos, ovinos (de pelo), porcinos y aves de corral). Sin embargo, lo predominante es la ganadería de doble propósito, la cría de toretes en pastoreo y engorda en corral (Baca, 1996).

2.6 Literatura citada

- Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2), 107-115.
- Ascencio, R. L., Valles-de la Mora, B., Ibrahim, M., & Castillo G., E. (2013). Use and management of tree fodder resources on farms in central Veracruz, Mexico. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(1), 95-118.
- Baca del Moral, J. (1996). Tendencias de la agricultura en la Huasteca Potosina. *Revista de Geografía Agrícola: Estudios regionales de la agricultura mexicana*, 2, 85-97.
- Barrera, G. A. V. (2014). *Importancia cultural de especies arbóreas nativas en la Selva Lacandona, Chiapas*. (Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco).
- Beer, J., Ibrahim, M., Somarriba, E., Barrance, A., & Leakey, R. (2003). Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. In Cordero, J. Boshier, DH.(Eds.), *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas* (pp.197-242). Oxford, Reino Unido, OFI/CATIE,
- Betancourt, K., Ibrahim, M., Harvey, C., & Vargas, B. (2003). Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 10(39-40), 47-51.
- Clavero, T., & Suárez, J. (2006). Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. *Pastos y Forrajes*, 29(3), 307-317.
- Crispín, F. L. (2013). *Proceso organizativo de la integradora de piloncillo en la Huasteca potosina*. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México).
- Esquivel, H., Ibrahim, M., Harvey, C. A., Villanueva, C., Benjamín, T., & 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.
- Esquivel, H., Ibrahim, M., Harvey, C. A., Benjamin, T., & Sinclair, F. L. (2011). Dispersed trees in pasturelands of cattle farms in a tropical dry ecosystem. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(3), 933-941.
- Febles, G., & Ruiz, T. (2008). Evaluación de especies arbóreas para sistemas silvopastoriles. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 12(1), 4-27.

- Figuroa, S. M. E. 2000. *Uso agroecológico, actual y potencial, de especies arbóreas en una Selva Baja Caducifolia perturbada del suroeste del Estado de México*. (Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, México).
- González, J. A., Urrutia, M. J., & Pérez, P. L. (2010). *Establecimiento de sistema silvopastoril intensivo en la planicie Huasteca potosina*. México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.
- Grande, C. J. D. (2010). *Los árboles forrajeros como recurso potencial para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en la región de la Sierra de Tabasco*. (Tesis de doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F).
- Ibrahim, M. & Camargo, J. C. (2001). ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? *Agroforestería en las Americas*, 8(32), 35-41.
- Jiménez, F. G., Velasco, P. R., Uribe, G. M., & Soto, P. L. (2008). Ganadería y conocimiento local de árboles y arbustos forrajeros de la selva Lacandona, Chiapas, México. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 333-337
- Torres, I. (18 de 09 de 2015). Busca ganadería huasteca volver a ser potencia nacional. *Milenio Tamaulipas*.
- López, T. J. F. (2008). *Estructura e importancia cultural de la vegetación arbórea en La Mica, Chiapas*. (Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México).
- López, T. J.F., & Valdéz, J. (2011). Uso de especies arbóreas en una comunidad de la reserva de la Biósfera la Sepultura, Estado de Chiapas. In Santacruz, M., Hernández, V., & Ignacio, J (Eds.), *Bosques y Árboles del Trópico Mexicano: Estructura, crecimiento y usos* (pp. 57-79).
- Magaña, R. S, Santos, F. J. & Castillo, C. J. (2015). Identificación y uso de la vegetación nativa en ranchos de doble propósito en el Oriente de Yucatán. *Bioagrociencias*, 8(1), 17-22.
- Martínez, E. C., Villanueva, L. G., & Casanova, L. F. (2013). Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la sierra de Tabasco, México. *Agrociencia*, 47(5), 483-496.
- Moreno, T. V. M. (2011). Estrategia regional del modelo de consenso silvopastoril intensivo para la ganadería sostenible del trópico Michoacano. *Fundación produce Michoacán, AC*.
- Obispo, N. E., Espinoza, Y., Gil, J. L., Ovalles, F., & Rodríguez, M. F. (2008). Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea

- (*Panicum maximun*) en un sistema silvopastoril. *Zootecnia tropical*, 26(3), 285-288.
- Palma, J. M. (2006). Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 14(3), 95-104.
- Panadero, A. N. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, (19), 113-122.
- Pentón, G. (2002). Nota técnica: Relaciones entre la sombra proyectada y algunas características morfológicas en especies arbóreas. *Pastos y Forrajes*, 25(4), 295-298.
- Pezo, D. & Ibrahim, M. (1999). *Sistemas silvopastoriles* (2ª ed.). Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE.
- Pinto, R. R., Gómez, H., Martínez, B., Hernández, A., Medina, F. J., Gutiérrez, R., Escobar, E. & Vázquez, J. (2005). Árboles y arbustos forrajeros del sur de México. *Pastos y Forrajes*, 28(2), 87-93.
- Sinclair, F. L., & Walker, D. H. (1998). Acquiring qualitative knowledge about complex agroecosystems. Part 1: Representation as natural language. *Agricultural systems*, 56(3), 341-363.
- Sosa, R. E. E., Pérez, R. D., Ortega, R. L., & Zapata, B. G. (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 42(2), 129-144.
- Vázquez, O. R. (2008). *La Problemática de la Ganadería Bovina y los Apoyos de las Instituciones Gubernamentales, el caso del Programa de desarrollo Rural en San Luis Potosí, México*. (Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México).
- Velazco, J., Esquivel, J. E., & Rovira, P. (2012). Efecto del acceso a sombra artificial en la ganancia de peso, estrés y conducta de novillos pastoreando sudangras durante el verano. In Rovira P. (Ed.), *Uso de la sombra en la recría de novillos en sistemas pastoriles de la región este del Uruguay* (pp. 45-57).
- Vieyra, A. R., Domínguez, V. I. A., Olmos, O. G., Martínez, M. J. F., Borquez, G. J. L., Palacio, N. J., Lugo de la Fuente, J. A. & Morales, A. E. (2013). Perfil e interrelación mineral en agua, forraje y suero sanguíneo de bovinos durante dos épocas en la Huasteca potosina, México. *Agrociencia*, 47(2), 121-133.

Villanueva, C., Ibrahim, M., Harvey, C. A., Sinclair, F. L., Gomez, R., López, M., Esquivel, H. (2004). The importance of silvopastoral systems in rural livelihoods to provide ecosystems services. In Mannetje, L. T., Ramirez, L, Ibrahim, M, Sandoval, C; Ojeda, N; Ku, J. (Eds.) *International Symposium on silvopastoral systems* (pp. 183-188).

3. ÁRBOLES DISPERSOS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS SILVOPASTORILES EN RANCHOS GANADEROS DE LA HUASTECA POTOSINA

3.1 Resumen

Con el propósito de cuantificar especies arbóreas con potencial para el diseño de tecnologías silvopastoriles en ranchos ganaderos de la Huasteca potosina, 863 árboles dispersos, de 26 diferentes especies y 10 familias botánicas fueron evaluados a partir del conocimiento local respecto a sus usos múltiples. Esta evaluación se realizó en siete fincas ganaderas ubicadas en los municipios de Tamuín, Aquismón y San Vicente Tancuayalab: cuatro con tenencia ejidal y tres de propiedad privada. La familia botánica con mayor representación fue Leguminosea, con 50% de las especies. Para las 26 especies forestales se mencionaron 13 diferentes usos. Los árboles de mayor Índice de Importancia Cultural (IIC) son: chote (*Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem) palo de rosa (*Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.D.C) y guácima (*Guazuma ulmifolia* Lam.) El tipo de propiedad no mostró ser un factor significativo que influya en las características morfológicas de los árboles, pero si la especie. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre especies arbóreas para las variables dasométricas: la altura de los árboles dispersos en los potreros fue de entre 6 y 16 m. La temperatura bajo el dosel fue entre 6.2 y 15.6 °C menor comparado con la temperatura a pleno sol. La sombra que proyecta la copa de los árboles no interfiere significativamente en el crecimiento de las gramíneas que se desarrollan en la base del árbol, y la cobertura herbácea se afecta con densidades menores a cinco árboles por hectárea, en estas condiciones los animales generan fuerte presión sobre los pastos que crecen bajo el dosel, debido a que éste es el espacio de sombra para el ganado en las horas más calurosas. Se concluye que los ranchos ganaderos de la Huasteca potosina tienen árboles dispersos de usos múltiples con potencial para el diseño y manejo de tecnologías silvopastoriles, incluyendo cercos vivos y bancos forrajeros.

Palabras clave: Árboles dispersos, Ganadería, Huasteca potosina, Usos múltiples

DISPERSOUS TREES FOR DESIGN OF SILVOPASTORAL TECHNOLOGIES IN CATTLE RANCHES OF THE HUASTECA POTOSINA ³

3.2 Abstract

With the purpose of quantifying tree species with potential for the design of silvopastoral technologies in ranches of Huasteca potosina, 863 dispersed trees, 26 different species and 10 botanical families, were evaluated based on local knowledge regarding their multiple uses. This evaluation was carried out in seven livestock farms located in the municipalities of Tamuín, Aquismón and San Vicente Tancuayalab: four with ejidal tenure and three privately owned. The botanical family with the greatest representation was Leguminosea family, with 50% of the species. For the 26 forestry species present, 13 different uses were mentioned. The trees with the highest Cultural Importance Index (IIC) are: chote (*Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem) rosewood (*Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.D.C) and guácima (*Guazuma ulmifolia* Lam.). The type of property did not show to be a significant factor that influences the morphological characteristics of the trees, but the species does. Significant differences were found ($p < 0.05$) among the tree species for the dasometric variables: the height of the scattered trees in the paddocks was between 6 and 16 m. The temperature under the canopy was between 6.2 and 15.6 ° C lower compared to the temperature in full sun. The shade projected by the tree canopy does not interfere significantly in the growth of the grasses that develop at the base of the tree, and the herbaceous cover is affected with densities of less than five trees per hectare, in these conditions the animals generate strong pressure on pastures that grow under the canopy, because this is the shadow space for livestock in the hottest hours. It is concluded that the cattle ranches of Huasteca potosina have scattered trees of multiple uses with potential for the design and management of silvopastoral technologies, including live fences and forage banks.

Keywords: Scattered trees, Livestock, Huasteca potosina, Multiple uses

³ Master Degree Thesis in Agroforestry for Sustainable Developing,
Universidad Autónoma Chapingo.
Author: Yolintzin Celik Mendoza Ortiz
Advisor: Alejandro Lara Bueno

3.3 Introducción

La región Huasteca potosina, ha sufrido durante décadas severos problemas de degradación de suelos y de la cubierta vegetal, lo que ha derivado en un proceso de deterioro ecológico. La actividad ganadera ha contribuido en parte a que esto suceda; este rubro productivo muchas veces implica la sustitución de la vegetación original por pastos y tiene como consecuencia la compactación del suelo que, aunado a la explotación clandestina de las pocas maderas preciosas que quedan, como palo de rosa y cedro rojo, han acelerado el proceso de degradación de los recursos naturales. (Arredondo, Ávila y Muñoz, 2012). Los sistemas de producción bovina en el país se han desarrollado a partir de conceptos y tecnologías de la revolución verde, donde se privilegia el monocultivo de gramíneas, eliminando de las áreas de pastoreo el estrato arbóreo. Este modelo no toma en cuenta las condiciones climáticas de los diferentes ecosistemas tropicales, como son la temperatura, humedad relativa y evaporación, que pueden limitar la eficiencia productiva y reproductiva de los animales, además de que son factores de riesgo para la presencia de enfermedades en el hato (Panadero, 2010).

Esta zona es un referente importante para la ganadería nacional, por su potencial en la ganadería bovina, ocupando el segundo lugar nacional tan solo por abajo de Sinaloa. No obstante, la situación actual de la producción pecuaria se caracteriza por desarrollarse en potreros con pocos animales, monocultivo de pastos mejorados, y baja producción (Torres, 2015). En este sentido, el desarrollo de alternativas tecnológicas adecuadas a las condiciones ecológicas y socioeconómicas de la región, debe jugar un papel decisivo en la generación de bienes de consumo de manera más sostenida y acorde con el uso racional de los recursos naturales (Benavides, 1999).

Una de las mejoras que se pueden implementar en los ranchos ganaderos es la incorporación del componente leñoso en forma de tecnologías silvopastoriles. Sin embargo, para proponer mejoras a los sistemas de producción es necesario

conocer el estado actual y el papel que desempeña cada elemento en el proceso productivo. Algunas tecnologías silvopastoriles ya se observan en la región: cercos vivos, bancos forrajeros y árboles dispersos en los potreros, con el uso de arbóreas como: palo de sol (*Gliricidia sepium*), palo mulato (*Bursera simaruba*), chote (*Parmentiera edulis*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), palo de rosa (*Tabebuia rosea*), guácima (*Guazuma ulmifolia*), chijol (*Piscidia communis*), mezquite (*Prosopis juliflora*), huizache (*Acacia spp.*), ébano (*Pithecellobium flexicaule*), entre otros, y en casos aislados se ha observado el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena (*Leucaena leucocephala*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) o pasto tanzania (*Panicum maximum*) (Campos, 2016).

Este tipo de prácticas realizadas por los productores ha incentivado la investigación de los sistemas agro y silvopastoriles tradicionales; de hecho, en todo Latinoamérica, con el afán de fomentar el establecimiento de tecnologías silvopastoriles, se han realizado diversas investigaciones en torno al potencial de los árboles para brindar productos y servicios en los ranchos ganaderos. Barrera (2014), López (2008) y Olivares, Avilés, Albarrán y Castelán (2011), incorporaron a sus investigaciones el índice de importancia cultural, un método etnobotánico cuantitativo que permite hacer comparaciones entre el valor cultural, dado por las personas locales a los árboles, con el valor ecológico dado por la interacción de las plantas con su ambiente (López y Valdez, 2011). Este índice da elementos para la elección de especies a utilizar en el diseño de los sistemas de producción ganaderos sostenibles.

La región de estudio es una zona rica en recursos naturales y culturales, por lo cual es importante rescatar el conocimiento tradicional respecto a los árboles de usos múltiples en los ranchos ganaderos que tienen potencial para ser incluidos en tecnologías silvopastoriles, y con ello, contribuir a la adopción de prácticas que generan beneficios económicos y ambientales.

3.4 Materiales y métodos

3.4.1 Área de estudio

La investigación se realizó en siete unidades de producción pecuaria de los municipios de Tamuín, San Vicente Tancuayalab y Aquismón (Figura 1) en la región geográfica denominada Huasteca potosina, donde el tipo de vegetación dominante es selva baja caducifolia, con historial de uso ganadero extensivo y extracción selectiva de algunos componentes leñosos (Alanís et al., 2010)

El área de estudio se determinó con base en la disponibilidad de los productores ganaderos para colaborar en la investigación; lo anterior, seleccionando mediante un muestreo a conveniencia las 7 unidades de producción donde se estableció una relación de confianza que permitió realizar la toma de datos dasométricos y de usos múltiples de las leñosas presentes en los potreros. De las 7 unidades de producción tres se ubican en el municipio de Tamuín, tres en Aquismón y una más en San Vicente Tancuayalab, de las cuales cuatro corresponden a propiedad ejidal y tres a propiedad privada.

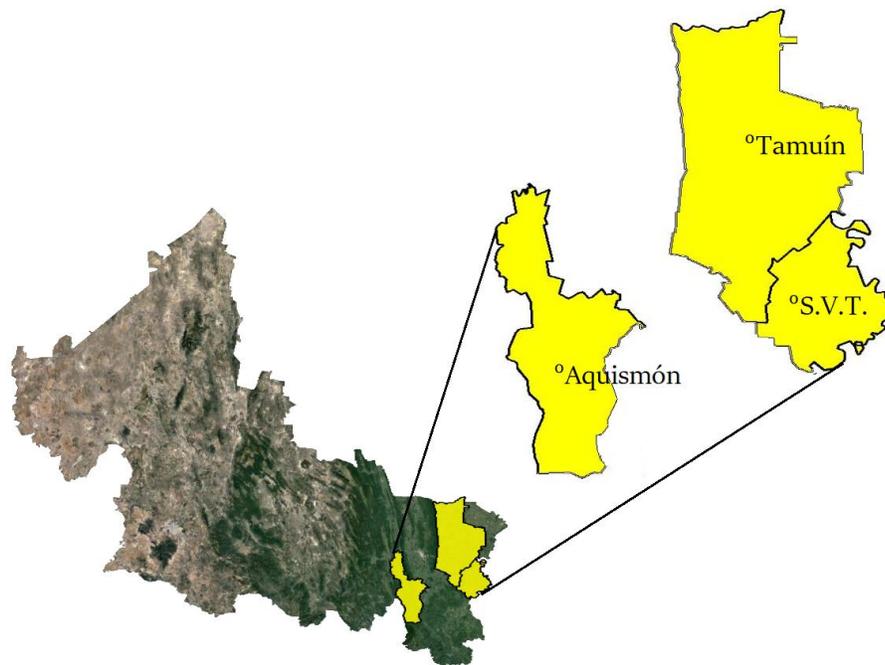


Figura 1. Localización de los municipios donde se encuentran las unidades de estudio.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García, el clima de la región corresponde al tipo Aw(1), definido como cálido sub-húmedo con lluvias en verano. El Servicio Meteorológico Nacional registró la temperatura media anual de 25°C, presentándose en enero la temperatura media anual más baja (18.4°C) y en junio la temperatura media anual más alta (29.5°C). El área de estudio tiene precipitación media anual de 1,165 mm, distribuyéndose en los meses de junio a octubre, con un periodo de sequía en los meses de noviembre a mayo, ocurriendo en estos meses la mayor evaporación (SMN, 2010).

De acuerdo con la clasificación FAO-UNESCO, los suelos prevalecientes en el área de estudio corresponden a: Vertisol (73.8%), Chernozem (19.4%), Phaeozem (3.6%), Leptosol (1.6%) y Regosol (0.2%). Los suelos Vertisoles que predominan son suelos arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. Grandes áreas de Vertisoles en los trópicos semiáridos están todavía sin utilizar o sólo se usan para pastoreo extensivo, cortar madera, quemar carbón y similares. Estos suelos tienen considerable potencial agrícola, pero el manejo adecuado es condición para la producción sostenida. La fertilidad química comparativamente buena y su ocurrencia en planicies extensas, donde puede considerarse la recuperación y el laboreo mecánico, son ventajas de los Vertisoles (WRB, 2007).

La vegetación dominante de la región corresponde a la selva baja caducifolia, con historial de uso ganadero extensivo, con extracción selectiva de algunos componentes leñosos (Alanís et al., 2010). En la selva baja caducifolia hay árboles de 15 m de altura o menos que pierden casi completamente las hojas en la época seca y comúnmente no son espinosos; este tipo de ecosistema posee abundantes bejucos. La selva baja caducifolia se corresponde con climas semisecos o subsecos y cálidos, con temperatura media anual superior a 20°C, precipitación media anual entre 700 y 1 200 mm y temporada seca larga y marcada (Miranda y Xolocotzi, 1963).

3.4.2. Método de investigación, diseño experimental y muestreo

Se diseñó en gabinete la metodología de levantamiento de información la cual se validó en campo. Derivado de ello, se diseñaron los formatos de entrevista y de levantamiento de información que se utilizaron para recabar los datos en las unidades de producción involucradas en el trabajo de investigación.

Con apoyo de informantes clave que habitan en la región de estudio se identificó a productores de ganado bovino que tuvieran en sus unidades de producción árboles dispersos y con disposición para contribuir con la presente investigación. Se contactó a 7 productores ganaderos colaboradores para este trabajo. Una vez identificadas las propiedades se agendaron las visitas y se procedió a la toma de datos. Se realizaron visitas de campo en los meses de enero, marzo y junio de 2017 para el levantamiento de información en los ranchos que se enlistan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Unidades de producción objeto de la investigación.

Rancho	Comunidad	Municipio	Tipo de Propiedad
El Chical	San Pedro Las Anonas	Aquismón	Ejidal
El Sábat	San Pedro Las Anonas	Aquismón	Ejidal
El Rosario	San Pedro Las Anonas	Aquismón	Ejidal
La Gramilla	Nuevo Aguacatitla	Tamuín	Ejidal
La Espuela	La estación	Tamuín	Privada
Peñitas	Peñitas	Tamuín	Privada
Santa Marta	Santa Marta	San Vicente T.	Privada

Para la evaluación del uso de árboles dispersos en los potreros, se recopiló información de tipo social y técnico mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas. En las entrevistas se recopiló información de los siguientes temas:

- a) Características sociales de los productores.

b) Tipo de explotación (eslabón en la cadena productiva).

c) Características del sistema ganadero (especies de pastos, razas animales).

Estas preguntas se abordaron para identificar los factores socioeconómicos que inciden en la toma de decisiones respecto a la introducción de especies arbóreas en las unidades de producción.

Una vez aplicada la entrevista semiestructurada en el rancho a muestrear, se georreferenció la propiedad con un GPS de marca Garmin modelo eTrex® 20. En explotaciones privadas, se seleccionó el potrero con el mayor número de árboles dispersos para realizar los trabajos de evaluación del estrato arbóreo y en las parcelas ejidales, que generalmente oscilan entre 4 y 15 ha, se aplicó la metodología en el área total.

Como primer paso para la caracterización del estrato arbóreo, con apoyo del productor se realizaron recorridos dentro de la unidad y se elaboró un listado de las especies arbóreas presentes, se registró el nombre común de cada especie arbórea presente y se utilizó la entrevista semiestructurada como herramienta para la obtención del conocimiento tradicional referente a los usos que el ganadero le da a cada especie de árbol presente en su explotación (Figura 2).



Figura 2. Recorrido de reconocimiento de especies arbóreas de usos múltiples. Rancho el Rosario, Aquismón, S.L.P.

La información recolectada permitió llevar registro de la experiencia que los productores tienen en el uso y manejo de las especies leñosas presentes en las unidades de producción: arreglo en la distribución dentro del rancho, usos que les da, parte del árbol que se aprovecha, época de uso y nombres comunes. Los usos de cada especie arbórea se registraron usando un formato para cada rancho, para obtener los usos más frecuentes. Con el fin de conocer el uso que los ganaderos les dan a los árboles en las unidades de producción, se realizó un análisis de la importancia cultural de la vegetación arbórea siguiendo la metodología empleada por López y Valdez (2011).

En cada rancho, se seleccionaron al azar tres ejemplares de cada especie arbórea y se tomaron medidas dasométricas: diámetro normal a 1.3 m de altura, altura del árbol y área de copa; y temperatura del suelo dentro y fuera de la sombra del dosel. El área de copa se calculó mediante la fórmula de la elipse propuesta por Ramírez (2006) midiendo dos diámetros perpendiculares con una cinta de fibra de vidrio de 30 m marca TRUPER. La temperatura del suelo bajo sombra y en exposición plena al sol se tomó con un termómetro infrarrojo digital

marca Steren colocado a una distancia de 1 m del suelo (Figura 3), mientras que la altura de los árboles se midió con un clinómetro.

El análisis estadístico de las variables dasométricas medidas y de la temperatura bajo dosel se realizó mediante el procedimiento GML de SAS (2000), y la comparación de medias de las variables analizadas para las especies y tipos de propiedad con el procedimiento Tukey, con 0.05 de confianza.



Figura 3. Toma de temperatura bajo sombra y a luz solar directa con termómetro infrarrojo.

3.4.3 Generación de tecnologías silvopastoriles

En esta etapa se analizaron los resultados obtenidos de los datos de campo para identificar los árboles más importantes desde el punto de vista del productor y las interacciones que estos desarrollan con los demás componentes vegetales y animales del sistema. Una vez identificados los árboles de mayor valor cultural, y con base en este índice, se realizó el diseño de las tecnologías silvopastoriles apropiadas a las condiciones de los productores. Las tecnologías silvopastoriles que pueden establecerse en la zona de estudio son: cercos vivos, árboles dispersos en los potreros y bancos forrajeros. Se proponen estas tecnologías en función de los productos y servicios que ofrecen los árboles, la competencia por agua, luz y nutrientes, con los demás componentes del sistema, y la facilidad para la reproducción de las especies.

3.5 Resultados y discusión

3.5.1 Cadena de producción pecuaria de producción de carne en la Huasteca potosina

De acuerdo con la información otorgada por los productores pecuarios de la región de estudio, la ganadería de la Huasteca potosina, está representada, predominantemente, por ganado bovino, puesto que, aunque existen porcinos, equinos, ovinos y aves, la escala de aprovechamiento es menor, limitada a unidades de producción familiar. El proceso de producción de ganado bovino en esta región se resume en cuatro eslabones principales: doble propósito, repasto o recría, finalización y sacrificio-empaque.

Sistema doble propósito: El componente principal de este sistema es el ganado de doble propósito, carne y leche. En esta etapa se producen becerros producto de cruces de razas cebuinas con razas europeas como parte del mejoramiento genético introducido a través de los sementales de raza pura. Esta estrategia de cruzamiento entre ganado *Bos indicus* con *Bos Taurus* ayuda a la adaptación de los animales a las condiciones de estrés calórico debido a las altas temperaturas y humedad relativa, evitando con ello una marcada reducción en la productividad. Actualmente, el precio del becerro es relativamente alto y les representa mejor opción que producir leche. Es decir, la producción de doble propósito está en constante competencia y uno de los dos productos, leche o carne, tiene prioridad en función de los precios de mercado.

La crianza de becerros, producto de la reproducción de las vacas con un semental mejorado, inician el proceso de producción de carne y leche del sistema doble propósito, y en esta primera etapa dura de 6 a 9 meses en la cual el becerro depende totalmente de la madre. El destete es inducido, es decir, lo determina el ganadero y sucede aproximadamente cuando el animal alcanza de 200 a 250 kg. En este momento finaliza el primer eslabón de la cadena productiva de producción de carne bovina.

Repasto o recría: Este eslabón cobra especial importancia para la investigación ya que es donde se ubica al potrero como fuente principal de alimento y estancia para el ganado. Es en esta etapa donde el manejo adecuado del componente arbóreo en el potrero puede representar forraje para el ganado, provisión de sombra para las altas temperaturas, postes para el cercado de los potreros, material para construcción o uso medicinal, generando una ganancia extra para el productor y la provisión de servicios ambientales para la sociedad.

En esta etapa se desarrollan los becerros sin presencia de la madre y comienzan a comer forraje. Estos becerros son producto de la cruce de razas cebú con pardo suizo que comúnmente se le denomina simplemente como cruza comerciales (Figura 4). El becerro llega a este eslabón de la cadena con 200 y 250 kg, y los ganaderos los tienen en los potreros hasta para que incrementen el peso vivo entre 300 y 350 kg. Una vez alcanzado el peso deseado, el animal se vende a productores que cuentan con engorda en corral para ser finalizados. En este punto termina el proceso del segundo eslabón de la cadena productiva de producción de carne en la huasteca.



Figura 4. Hato de vacas de cruza comerciales en repasto. Rancho El Rosario, Aquismón, S.L.P.

Finalización: Cuando los novillos en pastoreo alcanzan pesos entre 300 y 350 kg pasan a la penúltima etapa de la cadena de producción de carne que es la engorda en corral en condiciones de confinamiento, alimentados con dietas balanceadas (Figura 5). Lo anterior sucede en parte porque, al llegar la época de estiaje, las praderas no tienen capacidad para seguir manteniendo la carga animal y los novillos pierden peso en lugar de incrementarlo.

Esta etapa tiene una duración aproximada de 120 días, periodo en que el animal pasa de 350 a 550 kg, considerando ganancias de peso promedio de 1.7 kg por animal por día. Grupo GUSI (Figura 5) y Praderas Huastecas son empresas engordadoras que concentran gran cantidad de ganado proveniente de la pre-engorda o recría en potreros de la región y de otras regiones del país.



Figura 5. Corrales de engorda de toretes de la empresa engordadora Grupo GUSI en Tamuín, S.L.P.

Sacrificio y empaque: Los novillos de distintas procedencias y de cruzamientos de varias razas, después de ser finalizados en un sistema estabulado, se llevan a sacrificio con un peso promedio de 550 kg. El sacrificio se hace preferentemente en rastros certificados Tipo Inspección Federal (TIFF).

3.5.2 Estrato arbóreo en ranchos ganaderos

Los árboles dispersos en los ranchos ganaderos de la Huasteca potosina, si son bien manejados, pueden aportar beneficios económicos, ecológicos y sociales. De ahí la importancia de conocer la estructura y condiciones de este diseño silvopastoril difundido entre los ganaderos de la región. Como resultado del trabajo de campo se contabilizaron 863 árboles dispersos en 65.95 ha de agostadero, los cuales pertenecen a 26 especies arbóreas de 10 familias botánicas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies encontradas como árboles dispersos en los ranchos ganaderos muestreados.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Baboso	<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. Y Schult.	Boraginaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae
Cerón	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (J.Poiss.) Taub	Ulmaceae.
Tepehuaje	<i>Lysiloma watsonii</i> Rose	Leguminosae
Chicharrilla	<i>Harpalyce arborescens</i> A.Gray	Leguminosae
Chijol	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	Leguminosae
Chote	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem	Bignoniaceae
Durmiente	<i>Acacia</i> sp	Leguminosae
Ébano	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby y JWGrimes	Leguminosae
Gavia	<i>Acacia pringlei</i> Rose	Leguminosae
Guácima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae
Humo	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	Leguminosae
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leguminosae
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Leguminosae
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C.Johnst.	Leguminosae
Mora	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud	Moraceae
Olmo	<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch.	Ulmaceae.
Orejón	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Leguminosae
Palma	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Arecaceae
Palo de rosa	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC	Bignoniaceae
Pimientillo	<i>Achatocarpus nigricans</i> Triana	Achatocarpaceae
Rajador	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F.Macbr.	Leguminosae
Tenaza	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Leguminosae

Tima	<i>Crescentia alata</i> Kunth	Bignoniaceae
Volantín	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp	Salicaceae

En el 100% de los ranchos se encontraron árboles dispersos, al igual que cercos vivos, aunque estos últimos en diferentes densidades.

De las familias botánicas identificadas tiene especial importancia la familia Leguminosae la cual concentra el 50% de las especies y el 44.87% del total de los ejemplares (Cuadro 3). Lo anterior es de suma importancia puesto que a decir de Pimentel et al. (1992), una forma de hacer agroforestería es combinar árboles leguminosos con pasto y producción ganadera, pues los árboles en esta estrategia fijan el nitrógeno atmosférico en el suelo, mejorando así la productividad de la tierra al aportar nitrógeno y otros nutrientes a las pasturas.

Los árboles también sirven como un recurso alimenticio para el ganado, especialmente durante la estación seca, y la combinación de cultivos de forraje y árboles aumenta la diversidad vegetativa, lo que a su vez ayuda a conservar la biodiversidad. Aunado a esto, los árboles producen leña, postes y madera, contribuyendo a reducir la presión sobre los bosques naturales.

Por tanto, los resultados obtenidos evidencian que en la región de estudio se cuenta con el recurso arbóreo para diseñar tecnologías silvopastoriles que involucren la interacción de árboles de leguminosas con gramíneas y así obtener los beneficios que éstas proveen, manejando adecuadamente las interacciones de importancia para el productor.

Cuadro 3. Distribución de las especies identificadas por familia botánica.

Familia	No. de especies	%	No. de ejemplares	%
Achatocarpaceae	1	0.81	7	3.85
Arecaceae	1	10.43	90	3.85
Bignoniaceae	3	25.72	222	11.54
Boraginaceae	1	0.93	8	3.85
Leguminosae	13	44.84	387	50.00
Malvaceae	2	8.69	75	7.69
Meliaceae	1	0.58	5	3.85
Moraceae	1	0.70	6	3.85
Salicaceae	1	0.35	3	3.85
Ulmaceae.	2	6.95	60	7.69
Total	26	100.00	863	100.00

Estos resultados concuerdan con los reportados por Rueda, Santos y Caamal (2015), quienes encontraron, en ranchos del oriente del estado de Yucatán, que la familia con mayor número de géneros y especies fue Leguminosae. De la misma manera, Olivares et al. (2011), en un estudio realizado en ranchos ganaderos del Estado de México, identificaron 12 especies de leguminosas en arreglo de árboles dispersos, las cuales representaron un recurso forrajero potencial para el ganado bovino. Este patrón de árboles dispersos en potreros se repite en otras regiones del país, como lo reportan algunas investigaciones enfocadas a estudiar la diversidad de árboles en ranchos ganaderos (Jiménez, López, Nahed, Ochoa y Jong, 2008; Martínez, Villanueva y Casanova, 2013; Palma, 2005), en los que la familia Leguminosae es la más abundante y con más número de ejemplares en comparación con otras familias de árboles.

Respecto a las densidades de árboles por hectárea, los potreros de propiedad privada presentan densidades arbóreas menores a las de los potreros de propiedad ejidal (Cuadro 4). Un ejemplo de ello es el Rancho la Espuela con una densidad de 5 árboles ha⁻¹ (Figura 6). Lo anterior se puede atribuir en parte a la tecnología utilizada para el control de las especies arbustivas y herbáceas invasoras o menos deseables. En los tipos de propiedad privada que superan las 100 ha de agostadero el control de las especies invasoras se realiza con

chaponeadora mecánica y los árboles interfieren con esta actividad. Por esta razón los productores mantienen sus potreros con pocos árboles dispersos en los potreros para facilitar las maniobras con el tractor; a diferencia, en los ranchos ejidales el control de malezas y plantas invasoras se realiza de manera manual, con machete o con el uso de herbicidas, por lo que el trabajo se puede realizar sin que sea afectada la densidad de árboles en los potreros.

Cuadro 4. Densidad de árboles dispersos en los potreros en ranchos ganaderos de la Huasteca potosina.

Parámetros	Ranchos						
	Chical	Rosario	Sábat	Espuela	Gramilla	Peñitas	S. Marta
Densidad de árboles ha ⁻¹	53	15	15	5	31	7	14
Número de especies en 1 ha.	7	6	8	8	8	8	6
Área de copa en 1 ha. (m ²)	3407	1531	1570	176	3121	596	1264



Figura 6. Rancho La Espuela, con densidad promedio de 5 árboles ha⁻¹ Tamuín, S.L.P.

Al hacer el análisis de densidad de árboles dispersos por ha teniendo como factor de análisis el tipo de propiedad (Cuadro 5), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el tipo de propiedad y el número de especies arbóreas ha⁻¹, es decir, se puede encontrar un número similar de especies en los

ranchos, independientemente si es propiedad ejidal o privada. Sin embargo, la diferencia se hace notoria en el número de ejemplares por ha, donde se encontraron 8 árboles ha⁻¹ promedio para propiedades privadas, mientras que en los agostaderos de propiedad ejidal se observaron 28 ejemplares arbóreos en promedio, siendo solo un rancho donde la densidad fue de 53 árboles ha⁻¹.

La cobertura de copa es una variable que está influenciada por el tipo de propiedad, pues los ejidatarios tienden a tener árboles en sus potreros con mayor cobertura de copa, siendo ésta de 2400 m² ha⁻¹ en promedio, mientras que en propiedad privada es apenas de 679 m² ha⁻¹.

Cuadro 5. Densidad de árboles dispersos en los potreros en función del tipo de propiedad de la tierra.

Parámetros	Tipo de propiedad	
	Ejidal (n=3)	Privada (n=4)
Número de árboles ha ⁻¹	28.5±7.13 ^a	8.66±8.22 ^b
Número de especies arbóreas ha ⁻¹	7.25±0.52 ^a	7.33±0.60 ^a
Cobertura de copa por ha (m ²)	2407.28±423.04 ^a	678.98±488.49 ^b

Medias con distinta literal dentro de cada hilera muestran diferencias (p<0.05).

3.5.3 Efecto de la sombra en el crecimiento del estrato herbáceo

Con una escala de 1 a 3 se evaluó la cobertura de gramíneas bajo el dosel de los árboles, adjudicando el número 1 donde la cubierta herbácea se observa similar a la que está fuera de la influencia de la sombra del dosel, el número 2 donde la influencia de la sombra es media y se refleja con una ligera disminución en el crecimiento de los pastos y el número 3 donde se ha eliminado por completo la cubierta de gramíneas y se observa el suelo desnudo.

Los resultados obtenidos muestran que la sombra de los árboles presentes en los potreros no interfirió en el crecimiento de las gramíneas que se desarrollan en el dosel. Sin embargo, la cobertura de los pastos bajo el dosel fue menor cuando la densidad arbórea es reducida, debido a que los animales se

concentran en torno a estos árboles en las horas del día con más radiación y calor, generando mayor presión al estrato herbáceo bajo dosel por falta de espacios para el sombreado de los animales. En estas condiciones, el constante pisoteo de los animales en el área de sombra causa pérdidas de la vegetación herbácea y genera *manchones* de suelo desnudo (Figura 7). Lo anterior ocurre también cuando el arreglo de los árboles dispersos es en grupos de 3 o más árboles. En estos casos, la sombra se hace más densa porque se entrelazan las copas de los árboles e interfieren el paso de la luz solar por lo que el estrato herbáceo no se desarrolla óptimamente.

A excepción de los casos descritos, cuando el número de árboles dispersos dentro de un rancho es superior a 15 árboles ha⁻¹ y se distribuyen adecuadamente en el potrero, se pueden obtener los beneficios que estos recursos ofrecen sin que con ello se afecte la cantidad y calidad del pasto disponible para los animales. Sin embargo, se recomienda para futuras investigaciones realizar experimentos donde se lleven registros durante todo el año del comportamiento de las gramíneas bajo dosel y en diferentes densidades de árboles dispersos en los potreros.



Figura 7. Espacio bajo dosel de un árbol sometido a constante pisoteo del ganado en busca de sombra.

3.5.4 Provisión de sombra de los árboles para contrarrestar el estrés calórico de los animales por altas temperaturas

Entre los bienes y servicios brindados por los árboles, el más perceptible para los ganaderos, es la provisión de sombra. Es común observar que en las horas más cálidas del día el ganado se concentra en el área de sombra de los árboles, en busca de refugio para regular su temperatura corporal. Para evaluar cuantitativamente este servicio se midió con un termómetro infrarrojo la temperatura dentro del área de influencia de sombra del dosel y fuera de ésta, para evaluar la oscilación térmica que genera la sombra de los árboles.

Los datos tomados indican que se tienen oscilaciones en promedio de 10°C menos bajo la sombra de los árboles que a pleno sol. Lo anterior concuerda con lo reportado por Panadero (2010) quien registró que bajo la copa de los árboles se redujo la temperatura entre 2 y 9°C con relación a las áreas de potrero abierto. El mismo autor manifiesta la importancia de los árboles en la regulación de la temperatura bajo dosel puesto que las razas *Bos Taurus* y *Bos Indicus* presentan rangos de termoneutralidad para expresar su potencial genético, caso contrario a cuando los animales se salen de esta zona de confort entran en condiciones de estrés calórico, lo cual reduce su desempeño productivo.

Pese a que los ganaderos reconocen que la provisión de sombra representa bienestar para los animales, y que ese bienestar se refleja en mayor productividad, ellos no están interesados en incrementar el número de árboles dentro de sus propiedades, lo anterior por considerar que los árboles entran en competencia con los pastos, lo que merma el crecimiento y rendimiento de forraje, que es la principal fuente de alimento para sus animales. Con palabras de los productores, los árboles “secan” el pasto y por ello optan por tener el potrero con pocos árboles para que los pastos crezcan sin limitaciones.

Tal como se observa en el

Cuadro 6, en la sombra que genera la copa de los árboles se registraron temperaturas de 6.2 a 15.6 °C menos que a pleno sol. Estos resultados indican que la especie arbórea es un factor que determina la temperatura bajo el dosel, puesto que hubo diferencias ($p < 0.05$) entre las especies arbóreas más no entre el tipo de propiedad. Los resultados obtenidos concuerdan también con lo identificado por Sánchez, Yimi, Pimentel y Suárez (2014) quienes afirman que los productores han generado alternativas para contrarrestar los efectos adversos del cambio climático introduciendo y conservando las especies arbóreas que producen sombra con el fin de conservar las fuentes de agua y disminuir el estrés calórico de los animales.

Los productores ganaderos reconocen también que la mayoría de las especies arbóreas presentes en los potreros son aptas para aportar sombra al ganado, sin embargo, mencionan que las mejores especies arbóreas son: ébano (*Ebenopsis ebano*), guácima (*Guazuma ulmifolia*), y mezquite (*Prosopis laevigata*), por su amplia distribución, rápido crecimiento y fácil propagación.

Los ganaderos también consideran que hay árboles cuya sombra no permite el crecimiento del estrato herbáceo bajo el dosel; estos árboles no son apreciados por los productores y, en la medida de lo posible, los van erradicando de sus potreros. Especies como *Enterolobium cyclocarpum* y *Parmentiera aculeata* son mencionadas como no deseados. En el caso de *Enterolobium* por las grandes dimensiones de su copa, y en el caso de *Parmentiera aculeata* por lo denso de su sombra en el dosel, que afecta el crecimiento de los pastos. Este tipo de comportamiento va de acuerdo con lo que menciona Muñoz (2006) quien registró que los ganaderos manejan criterios de clasificación del efecto de sombra de los árboles. Ellos denominan árboles de "sombra fresca" aquellas especies arbóreas que producen un ambiente fresco y agradable bajo la copa, y de "sombra mala" aquellos árboles que no dejan crecer la vegetación bajo el dosel, y que producen efectos nocivos a los animales y personas. Sin embargo, las "sombras frescas"

de algunos árboles son consideradas “sombras malas” cuando el nivel de sombreado es denso, evitando que crezca el pasto.

Cuadro 6. Promedios de oscilación térmica bajo la copa de árboles dispersos en potreros de siete ranchos ganaderos de la Huasteca potosina.

Nombre Científico	Nombre común	°C bajo el dosel		°C fuera del dosel		Diferencia
<i>Cordia alba</i>	Baboso	35.60±1.84	ab	41.80±2.63	a	6.20
<i>Ulmus mexicana</i>	Olmo	31.63±1.59	abc	38.55±2.28	a	6.93
<i>Acacia pringlei</i>	Gavia	32.10±1.13	abc	40.49±1.61	a	8.39
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	32.25±1.59	abc	40.75±2.28	a	8.50
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	32.23±0.71	abc	41.15±1.02	a	8.92
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácima	31.09±0.85	abc	40.22±1.22	a	9.14
<i>Zuelania guidonia</i>	Volantín/Manzanillo	31.30±1.30	abc	40.50±1.86	a	9.20
<i>Crescentia alata</i>	Tima	28.33±1.84	bc	37.90±2.63	a	9.57
<i>Ebenopsis ebano</i>	Ébano	31.21±1.13	abc	40.94±1.61	a	9.73
<i>Harpalyce arborescens</i>	Chicharrilla	33.72±0.85	abc	43.61±1.22	a	9.89
<i>Havardia pallens</i>	Tenaza	32.20±1.84	abc	42.23±2.63	a	10.03
<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	32.50±2.25	abc	43.05±3.23	a	10.55
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	Cerón	32.48±0.92	abc	43.10±1.32	a	10.63
<i>Acacia sp</i>	Dormilón	34.00±3.19	abc	45.00±4.56	a	11.00
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejón	37.33±1.59	a	48.53±2.28	a	11.20
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Chijol	32.41±0.70	abc	43.73±1.00	a	11.31
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Rajador	33.33±1.84	abc	44.67±2.63	a	11.33
<i>Sabal mexicana</i>	Palma/Palmitón	33.50±1.30	c	44.88±1.86	a	11.38
<i>Pithecellobium dulce</i>	Humo/Guamúchil	33.79±1.21	abc	45.50±1.72	a	11.71
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena/Guaje	31.60±1.84	abc	44.10±2.63	a	12.50
<i>Achatocarpus nigricans</i>	Pimientillo	30.60±1.84	abc	43.97±2.63	a	13.37
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	33.33±1.84	abc	47.00±2.63	a	13.67
<i>Parmentiera aculeata</i>	Chote	32.10±1.43	abc	46.70±2.04	a	14.60
<i>Tabebuia rosea</i>	Palo de rosa	26.45±1.30	abc	41.30±1.86	a	14.85
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	31.90±1.84	abc	47.03±2.63	a	15.13
<i>Lysiloma watsonii</i>	Tepehuaje/ Wayal	32.90±3.19	abc	48.50±4.56	a	15.60

Medias con diferente literal dentro del mismo renglón muestran diferencias estadísticas (P<0.001).

3.5.5 Usos múltiples de las leñosas dispersas en potreros

Para el análisis del conocimiento local en torno al uso múltiple de los árboles dispersos en los potreros de los ranchos ganaderos, los datos obtenidos mediante las entrevistas semiestructuradas fueron procesados para estimar el Índice de Importancia Cultural (IIC) propuesto por Figueroa (2000) y también utilizado por López (2008). El índice de importancia cultural se utilizó como herramienta para el análisis cuantitativo de la percepción de los ganaderos respecto al uso de los árboles dispersos en los potreros. La determinación de los tres componentes que inciden en el cálculo del IIC, Intensidad de uso (Iu), Frecuencia de mención (Fm) y Valor de uso total (Vu), permitió jerarquizar a las especies de acuerdo con el valor que le atribuyeron los ganaderos encuestados.

Para las 26 especies forestales identificadas dentro del paisaje ganadero como árboles dispersos, se mencionaron con 13 diferentes usos: postes para cercos, sombra para el ganado, madera para construcción, medicinal, forraje, leña, madera para muebles, cercos vivos, comestible, material para fabricar mangos de herramientas, ceremoniales, ornamentales y para construir saladeros para los animales. Entre los usos mencionados destacan: madera para construcción, obtención de postes y provisión de sombra, por la frecuencia de mención.

Los árboles que obtuvieron mayor importancia cultural de acuerdo al IIC calculado son: chote (*Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem), palo de rosa (*Tabebuia rosea* (Bertol) Bertero ex A. DC) y guácima (*Guazuma ulmifolia* Lam) (Figura 8). Los índices de importancia cultural para las 26 especies leñosas dispersas en potreros se muestran en el Cuadro 7.

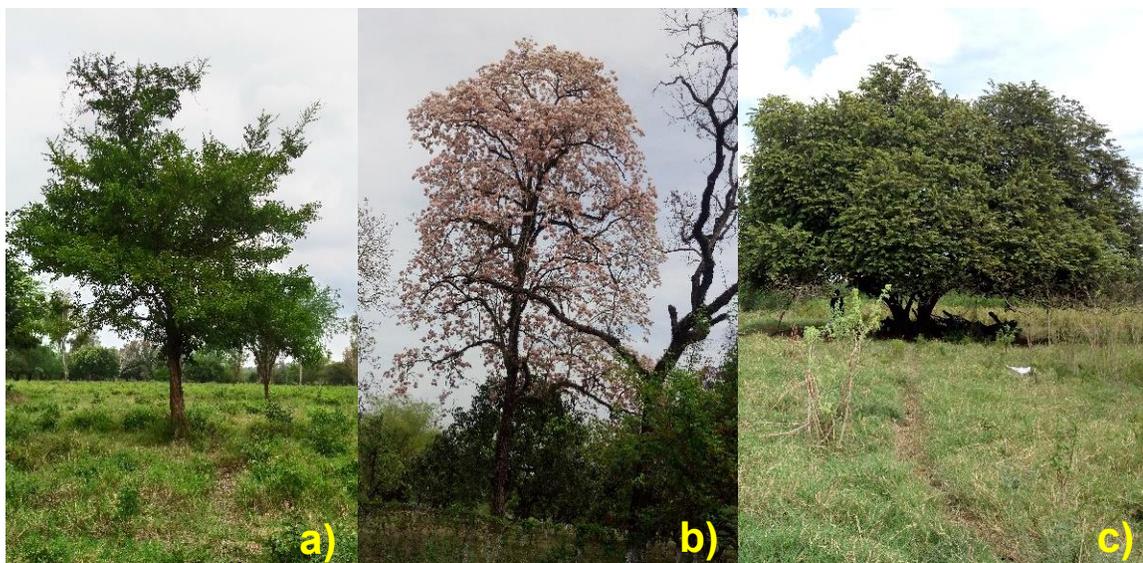


Figura 8. Especies arbóreas con más alto IIC: a) *Parmentiera aculeata*, b) *Tabebuia rosea* y c) *Guazuma ulmifolia*.

Estos resultados coinciden con los IIC reportados por López y Valdéz (2011) en dos especies particularmente, *Tabebuia rosea* (Figura 10) y *Guazuma ulmifolia*, que son dos de las especies arbóreas con mayor IIC en La Mica, Chiapas. En ese mismo estudio, la especie con mayor IIC fue *Gliricidia sepium* (palo de sol), especie común también en la Huasteca potosina y destacada por ser la principal especie arbórea utilizada para cercos vivos en las parcelas de las comunidades Tének y en ranchos ganaderos privados de los municipios de Tamuín y San Vicente Tancuayalab, SLP.

Merece mención especial la especie *Parmentiera aculeata* o chote como comúnmente se le conoce en la región huasteca, especie que obtuvo alto IIC (8.24). Esta especie arbórea es común en el paisaje ganadero de la región huasteca, y los productores entrevistados le atribuyeron cinco usos diferentes: proveedores de “buena sombra” para el ganado, leña para el hogar, uso medicinal, frutos altamente valorados como forraje para el ganado bovino y, cuándo el fruto está tierno también es factible utilizarlo para consumo humano. Por la frecuencia de mención, otro componente del IIC, *Parmentiera aculeata* ocupó el primer lugar en el listado de especies del Cuadro 7. Es una especie de

fácil propagación y tiene frutos, flor (Figura 9) y follaje, en la época de secas, cuando la mayoría del componente leñoso pierde sus hojas y los pastos escasean.

Cuadro 7. Índice de importancia cultural (IIC) para las especies arbóreas dispersas en los potreros de siete ranchos ganaderos de la Huasteca potosina.

No.	Nombre científico	Nombre común	Iu,%	Fm,%	Vu,%	IIC
1	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem	Chote	4.90	9.87	9.95	8.24
2	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC	Palo de rosa	5.88	3.95	13.24	7.69
3	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácima	4.90	8.55	5.52	6.32
4	<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C.Johnst	Mezquite	4.90	8.55	5.23	6.23
5	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	Chijol	4.90	7.24	6.43	6.19
6	<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. Y Schult.	Baboso	4.90	3.95	4.71	4.52
7	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Orejón	4.90	3.95	4.58	4.48
8	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby y JWGrimes	Ébano	3.92	5.92	3.21	4.35
9	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Tenaza	3.92	2.63	5.98	4.18
10	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena	4.90	3.29	3.32	3.84
11	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (J.Poiss.) Taub	Cerón	3.92	3.29	4.24	3.82
12	<i>Acacia pringlei</i> Rose	Gavia	2.94	3.29	4.23	3.49
13	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	4.90	3.29	2.16	3.45
14	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp	Volantín	3.92	2.63	3.76	3.44
15	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud	Mora	2.94	3.95	2.69	3.19
16	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	2.94	2.63	3.76	3.11
17	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	2.94	3.29	2.31	2.85
18	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	Humo	2.94	3.29	2.21	2.81
19	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F.Macbr.	Rajador	3.92	2.63	1.68	2.74
20	<i>Lysiloma watsonii</i> Rose	Tepehuaje	3.92	2.63	1.68	2.74
21	<i>Acacia sp</i>	Dormilón	3.92	2.63	1.53	2.70
22	<i>Crescentia alata</i> Kunth	Tima	2.94	1.97	1.35	2.09
23	<i>Harpalyce arborescens</i> A.Gray	Chicharrilla	2.94	1.97	1.15	2.02
24	<i>Achatocarpus nigricans</i> Triana	Pimientillo	2.94	1.97	1.15	2.02
25	<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch	Olmo	1.96	1.32	2.02	1.77
26	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Palma	1.96	1.32	1.92	1.73
Total			100	100	100	100

Iu: intensidad de uso relativo; Fm: frecuencia de mención relativa; Vu: valor de uso relativo.

En concordancia con los resultados de esta investigación, Ramos y Olivera (2015) también menciona que una práctica común de los ganaderos de Tabasco

es dejar árboles en los potreros con la finalidad de brindar sombra al ganado, siendo las especies más utilizadas para esta categoría: *Tabebuia rosea* y *Parmentiera aculeata*. Además, mencionan que *Parmentiera aculeata* es utilizada como forrajera, ya que, en la temporada de seca, esta especie arbórea fructifica y los frutos son fuente de energía y proteína para el ganado.



Figura 9. a) Fruto, b) Flor y c) Follaje de *Parmentiera aculeata* (chote) como árbol de usos múltiples en los potreros de ranchos ganaderos de la Huasteca potosina.

Álvarez, Calzada y Batista (2010), también reportaron esta especie leñosa como árbol de sombra para los animales de granja en Cuba, y afirman que el ganado vacuno es un agente dispersor de las semillas de *P. aculeata* en los potreros, y que la especie arbórea es tolerada en las fincas ganaderas por sus frutos que sirven de forraje para el ganado, sin que hasta ahora haya sido propagada con otros fines comerciales.

Dado el potencial que tiene la especie *P. aculeata* como componente de la dieta de los animales, sería conveniente para futuras investigaciones establecer experimentos que permitan identificar la composición nutrimental y posible contenido de metabolitos secundarios con efectos antinutricionales, para diseñar

estrategias de alimentación adecuadas que eviten posibles trastornos al ganado. En la región de estudio los ganaderos fragmentan el fruto del chote para evitar que éste se atore en el esófago del animal al ingerirlo de manera directa.

El segundo lugar del IIC lo obtuvo *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC, cuyo nombre común en la región de estudio palo de rosa, por su característica flor de color rosa que distingue al árbol en los meses de marzo a mayo de cada año (Figura 10). El reporte de CONABIO (2005), acorde con los resultados de esta investigación, menciona que esta especie es común en zonas de vegetación secundaria en los potreros. Couttolenc, Rodríguez, Cedillo y Musálem (2005) también reportan a *T. rosea* como la especie arbórea frecuente en los potreros de Veracruz; al igual que lo hicieron Martínez et al. (2013) para el caso de potreros en Tabasco. El potencial valor alto de esta especie arbórea como maderable la hace deseable en las fincas ganaderas y candidata para usarse en los diseños silvopastoriles en la región de estudio.



Figura 10. Potrero con ejemplares de *Tabebuia rosea* en floración en el mes de abril, en el municipio de Aquismón, S.L.P.

Además de ocupar el segundo lugar del IIC en el Cuadro 7, *Tabebuia rosea* ocupó el primer lugar en cuanto a usos múltiples con seis: maderable, medicinal, para construcción, para herramientas, ornamental y para fabricar bateas como saladeros para el ganado (Figura 11).



Figura 11. “Batea” o recipiente tallado en madera de *Tabebuia rosea* como saladero para el ganado.

En esta jerarquía del IIC para los árboles en potreros de la Huasteca potosina, el tercer lugar le corresponde a *Guazuma ulmifolia*, cuyo nombre común es guácima o guácimo. Para esta especie se registraron cinco usos importantes: proveedora de sombra para el ganado, útil para postes de cercos muertos, leña, medicinal y forrajera, siendo este último el uso mencionado con mayor frecuencia. Los ganaderos entrevistados reconocen en esta especie un alto valor forrajero puesto que el ganado se ve atraído por el follaje y frutos maduros de este árbol, incluso mencionan que en época de estiaje se cortan las ramas los árboles de guácima de sus potreros para que el ganado consuma el follaje y los frutos (Figura 12).

El valor forrajero de *Guazuma ulmifolia* es ampliamente conocido y ha sido objeto de estudio en los esfuerzos para generar tecnologías en la producción de alimentos menos agresivos para el ambiente, donde las tecnologías silvopastoriles tienen cabida. Varias investigaciones han centrado su atención en conocer la composición química y degradabilidad ruminal de *Guazuma ulmifolia* y otras especies arbóreas para ser utilizadas como parte de la dieta del ganado bovino (Giraldo, 1998; Jiménez et. al., 2008; Pinto et. al., 2004; Villa et. al., 2009). Estos atributos estudiados le confieren a la especie leñosa potencial para ser

utilizada en sistemas silvopastoriles, específicamente como: bancos forrajeros, cercos vivos y árboles dispersos en los potreros, pues representa un recurso forrajero en época de secas cuando la mayoría de los pastos escasean y se tienen problemas de disponibilidad de alimento y agua.



Figura 12. *Guazuma ulmifolia* podada para consumo del follaje como forraje para el ganado bovino en la época de estiaje en fincas ganaderas de la región Huasteca potosina.

De acuerdo con Villa et al. (2009), la expectativa de los productores al incluir la guácima en sistemas silvopastoriles es positiva, aunque requiere de asesoría y capacitación técnica, así como de la disponibilidad de recursos económicos provenientes de las instituciones gubernamentales interesadas en promover esta opción tecnológica. En este sentido, los resultados encontrados en este trabajo sugieren que los productores reconocen el valor forrajero de la guácima, pero no

ven en esta arbórea el potencial para ser incluida como árboles de usos múltiples en sus propiedades.

El cuarto lugar respecto a IIC lo ocupa *Prosopis laevigata* (mezquite). El mezquite es apreciado por los productores principalmente para la provisión de sombra y es común observar potreros con un estrato monoespecífico de mezquite que conforman un dosel para provisión de sombra para el ganado. La arquitectura abierta de la copa del mezquite lo hace un recurso forestal que puede establecerse en el potrero con mayor densidad sin mermar el crecimiento de los pastos, además de que la vaina es nutritiva y palatable para el ganado bovino. Por su parte, la guácima tiene una estructura de copa más densa que el mezquite, pero en temporada de seca también aporta follaje como material forrajero lo que representa ventajas respecto a las otras especies.

Entre las 5 especies de mayor IIC el lugar 5 lo ocupa *Piscidia carthagenensis*, comúnmente conocida como chijol. El chijol fue reportado con cinco usos diferentes; sombra, postes, madera, construcción y como materia prima para la construcción de mangos de herramienta. El uso para construcción y postes, también fue reportado por Sánchez, Kvist y Aguirre (2006) en zonas rurales de Ecuador. En la zona de estudio este árbol es de especial importancia puesto que su madera es uno de los materiales usados en la edificación de las viviendas de tipo bohío. Los horcones son elaborados con chijol y la techumbre de palma (*Sabal mexicana*).

La especie arbórea con más bajo IIC fue *Sabal mexicana*, conocida en la región estudiada como palma o palmitón en la región Tének. Esta especie aparece en este lugar de la lista porque solamente se registró en una de las siete propiedades estudiadas (Figura 13), con dos usos: construcción y comestible. Las hojas de esta palma son apreciadas por los productores ganaderos, principalmente, para la construcción de los techos de bohíos y palapas, corrales y trapiches (Figura 14). A decir de los ganaderos entrevistados, un techo de palma tiene una vida útil de 15 a 20 años. Construir un techo de palma para un cuarto de 5 x 4 m lleva un

día de trabajo con 8 personas. La mano de obra y demás materiales como son horcones, vigas y polines de madera, suman un costo de, aproximadamente, \$30,000.00.



Figura 13. Rancho el Chical, Aquismón, S.L.P. con predominancia de *Sabal mexicana*.

Respecto al uso comestible del palmito o palmitón, que corresponde a los tejidos meristemáticos foliares y peciolo tiernos del cogollo de la palma, este producto de recolección es muy apetecido por las personas de la región, especialmente por la comunidad Tenek (Rzedowski y Huerta, 1994)



Figura 14. Techos de bohíos contruidos con palma *Sabal mexicana* en comunidad Tenek del municipio de Tanlajás, S.L.P.

Olvera 2004, reportó además que las hojas de la palma son utilizadas para la fabricación de artesanías en los estados de Veracruz, mientras que, en el sur del país, los campesinos usan los frutos con sus semillas para alimentar cerdos, ganado y aves de corral; reportando contenidos de proteína cruda de 4.07% para semillas y 4.33% para frutos provenientes del estado de Veracruz; y 6.73% para semilla y 3.69% para frutos provenientes del estado de Oaxaca. Sin embargo, el uso para artesanías y como forraje no fue mencionado por los ganaderos entrevistados en el presente estudio.

A pesar de los usos mencionados para *Sabal mexicana*, esta no es una especie que los ganaderos recomienden para dejar en el potrero puesto que a mediano plazo se convierte en invasora, ya que es de fácil propagación y las semillas tiradas en el suelo conservan viabilidad por varios años. Una vez establecidas las plantas pronto ganan terreno al estrato herbáceo y a otros árboles más apreciados por los ganaderos. La palma se extiende rápidamente y su control llega a ser una actividad prioritaria para los productores. Esta es la opinión de los entrevistados, sin embargo, no es conveniente eliminar la especie del paisaje ganadero, más bien se deben diseñar estrategias adecuadas de manejo para conservar la especie y hacer un uso racional y sustentable de los bienes o beneficios que provee.

El Cuadro 8 enlista los usos que los ganaderos dan a las arbóreas presentes en sus potreros, mencionando con mayor frecuencia la provisión de postes y sombra con un 15.13% cada uno. Es relevante mencionar que, para los dos usos más frecuentes, *Ebenopsis ebano* (ébano) y *Prosopis laevigata* (mezquite) destacan por ser ampliamente conocidas y utilizadas para la provisión de postes de buena calidad y larga duración y para proporcionar buena sombra para los animales.

Cuadro 8. Frecuencia de mención del uso de árboles dispersos en los potreros de fincas ganaderas en la región Huasteca potosina.

No.	Clave	Uso	Menciones		Especies más usadas
			Total	%	
1	Po	Poste	23	15.13	<i>Piscidia carthagenensis</i> , <i>Ebenopsis ebano</i> , <i>Prosopis laevigata</i>
2	So	Sombra	23	15.13	<i>Ebenopsis ebano</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Prosopis laevigata</i>
3	Co	Construcción	20	13.16	<i>Piscidia carthagenensis</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Maclura tinctoria</i>
4	Me	Medicinal	16	10.53	<i>Parmentiera aculeata</i> , <i>Prosopis laevigata</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Maclura tinctoria</i>
5	Fo	Forraje	16	10.53	<i>Parmentiera aculeata</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Prosopis laevigata</i>
6	Le	Leña	16	10.53	<i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Prosopis laevigata</i>
7	Ma	Madera	16	10.53	<i>Cedrela odorata</i> , <i>Tabebuia rosea</i>
8	CV	Cerco Vivo	5	3.29	<i>Cordia alba</i> , <i>Acacia pringlei</i> , <i>Havardia pallens</i>
9	Cm	Comestible	5	3.29	<i>Parmentiera aculeata</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Sabal mexicana</i>
10	MH	Mango Herramienta	5	3.29	<i>Cordia alba</i> , <i>Piscidia carthagenensis</i> , <i>Tabebuia rosea</i> , <i>Havardia pallens</i>
11	Ce	Ceremonial	3	1.97	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Phyllostylon rhamnoides</i> , <i>Zuelania guidonia</i>
12	Or	Ornamental	3	1.97	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Tabebuia rosea</i> , <i>Havardia pallens</i>
13	BS	Batea para Sal	1	0.66	<i>Tabebuia rosea</i>

Ebenopsis ebano es la especie forestal más apreciada en la región para usarse como poste muerto en los cercos perimetrales o divisorios de las fincas ganaderas por su durabilidad y resistencia. Los ganaderos manifiestan que un poste de ébano puede tener una vida útil de hasta 10 años. Carrillo, Garza, Bustamante y Foroughbakhch (2012), en su estudio para determinar la durabilidad natural de postes de catorce especies de árboles y arbustos del

matorral semiárido del noreste de México, ubicaron a *Ebenopsis ebano* como una de las especies más durables de manera natural, aunque afirman que la durabilidad natural de los postes para cercos es diferente entre las especies, y que la durabilidad de un poste muerto se puede incrementar aplicando tratamientos de preservación. Adicional al potencial valor que tiene esta especie arbórea para usarse como postes muertos, los entrevistados manifestaron que, eventualmente, utilizan la semilla (Figura 15) tostada y aderezada con sal y limón como alimento para la familia.



Figura 15. Vaina de *Ebenopsis ebano*.

El uso comestible de las semillas de ébano ha sido reportado también por Flores y Franzoni (2007), Zaragoza (2010) y por Fraile, García, Martínez y Slomianski (2007), quienes mencionan que en algunas regiones de los estados de Tamaulipas y Nuevo León se comen semillas tostadas y tienen agradable sabor, parecido al de las semillas de pistache. Lo anteriormente expuesto le confiere a esta especie arbórea características adecuadas para ser considerada en los diseños silvopastoriles que se propongan para la región huasteca de San Luis Potosí.

Prosopis laevigata (mezquite) es otra arbórea comúnmente observada en los potreros. Al igual que las leñosas antes mencionadas algunos propietarios de fincas ganaderas le dan a los mezquites un manejo de poda para la conformación de la copa y con ello conservar el dosel arbóreo que por su arquitectura deja pasar suficiente luz solar al estrato herbáceo que crece en el área del dosel, proveyendo a los animales de sombra tenue para aminorar la temperatura ambiente (Figura 16) y al mismo tiempo como reservorio de forraje, puesto que la vaina que produce es apreciada por el ganado bovino en época de secas.



Figura 16. Ganado bovino bajo la sombra de *Prosopis laevigata* en el rancho El Mezquiteño, Tamuín, S.L.P.

Los usos múltiples registrados para *Prosopis laevigata* en el presente estudio son sombra, postes, leña, medicinal y forraje (Cuadro 9). De acuerdo con estos resultados, Palma (2005) refiere que, *Prosopis laevigata* está presente en los agostaderos acompañado de otras especies arbóreas, manejadas en forma tradicional y con un valor empírico alto, aunque escasamente evaluados.

Cuadro 9. Usos múltiples de las especies de árboles dispersos en los potreros de fincas ganaderas en la región Huasteca potosina.

Nombre científico	Nombre común	Usos	No. Usos	Fm
<i>Tabebuia rosea</i>	Palo de rosa	Ma, Me, Co, MH, Or, BS	6	6
<i>Cordia alba</i>	Baboso	Po, CV, Le, Me, MH	5	6
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Chijol	So, Po, Ma, Co, MH	5	11
<i>Parmentiera aculeata</i>	Chote	So, Le, Me, Fo, Cm	5	15
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácima	So, Po, Le, Me, Fo	5	13
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Po, Le, Me, Fo, Co	5	5
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena/ Guaje	So, Le, Me, Fo, Cm	5	5
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	So, Po, Le, Me, Fo	5	13
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejón	So, Ma, Fo, Co, Or	5	6
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	Cerón	So, Le, Ma, Co	4	5
<i>Acacia sp</i>	Dormilón	So, Po, Ma, Co	4	4
<i>Ebenopsis ebano</i>	Ébano	So, Po, Fo, Co	4	9
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Rajador	So, Le, Ma, Co	4	4
<i>Havardia pallens</i>	Tenaza	Po, CV, MH, Or	4	4
<i>Lysiloma watsonii</i> Rose	Tepehuaje/ Wayal	Po, Ma, Me, Co	4	4
<i>Zuelania guidonia</i>	Volantín	Po, Ma, Co, Ce	4	4
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Ma, Me, Co	3	5
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	So, Ma, Ce	3	4
<i>Harpalyce arborescens</i>	Chicharrilla	So, Po, Ma	3	3
<i>Acacia pringlei</i>	Gavia	Po, CV, Le	3	5
<i>Pithecellobium dulce</i>	Humo/ Guamúchil	Le, Ma, Co	3	5
<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	Ma, Me, Co	3	6
<i>Achatocarpus nigricans</i>	Pimientillo	So, Po, Le	3	3
<i>Crescentia alata</i>	Tima	Le, Me, Co	3	3
<i>Ulmus mexicana</i>	Olmo	CV, Le	2	2
<i>Sabal mexicana</i>	Palma/ Palmitón	Cm, Co	2	2
TOTAL		13	102	152

Frecuencia de mención: FM, Batea para Sal: BS, Cerco Vivo: CV, Ceremonial: Ce, Comestible: Cm, Construcción: Co, Forraje: Fo, Leña: Le, Madera: Ma, Mango Herramienta: MH, Medicinal: Me, Ornamental: Or, Poste: Po, Sombra: So.

Rodríguez et al. (2014) mencionan que en el estado de Sonora, el principal producto no maderable del mezquite es la vaina, utilizada ésta como forraje al igual que las hojas y los rebrotes tiernos consumidos a manera de ramoneo por el ganado que pasta libremente en los potreros; además, estos mismos investigadores se refieren al mezquite como un árbol proveedor de sombra,

hecho que es muy importante en estas regiones debido a las elevadas temperaturas que se registran durante el día en la mayor parte del año.

Tal como se observa en el Cuadro 9, los ganaderos entrevistados reconocieron al menos dos usos diferentes para las especies de árboles presentes en sus fincas ganaderas, siendo *Tabebuia rosea* quien registró mayor cantidad de usos, mientras que *Sabal mexicana*, en conjunto con *Ulmus mexicana*, registraron solo dos usos diferentes. Estos resultados indican que los árboles dispersos en los potreros son proveedores de bienes y servicios adicionales a la actividad ganadera, aunque muchas veces pasan desapercibidos o no se les brinda la importancia debida; lo anterior sin considerar los beneficios ambientales que el dosel forestal puede proporcionar. De acuerdo con Beer et al. (2003) los servicios ambientales que proveen los sistemas agroforestales son: conservación del suelo, captura de carbono, rehabilitación de cuencas y mejora de la calidad de agua e incrementan la biodiversidad. Sin embargo, debido a que estos beneficios son a mediano y largo plazo y no son tangibles para los productores, su promoción y valorización puede ser limitada o ignorada.

A partir de los usos múltiples de las leñosas dispersas en potreros, es posible diseñar tecnologías agro y silvopastoriles incluyendo arbóreas nativas y locales de importancia real para ser aceptados por los productores, debido a los beneficios económicos y ecológicos deseados.

3.5.6 Componente leñoso de los cercos perimetrales en ranchos ganaderos

La práctica de usar postes vivos para el soporte de alambre de púas en la construcción de cercos perimetrales y divisorios es común en toda América tropical. Este sistema de establecer cercos vivos se practica desde el nivel del mar hasta las tierras altas, más allá de los 2,500 msnm, donde las especies arbóreas que se usan como postes vivos son diferentes, en función de las condiciones agroecológicas que imperan. Por esta razón, los cercos vivos llegan a formar parte del paisaje, desde los climas más secos hasta los más húmedos

(Musalem, 2002). En este contexto, los cercos vivos que se observan en los predios ganaderos de la Huasteca potosina constituyen también una tecnología agroforestal factible de ser implementada como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático.

En el presente estudio se caracterizó a los cercos vivos de *Gliricidia sepium*, como una estrategia factible de ser replicada en sistemas de producción pecuarias de la región, sin embargo, para proponer alternativas de intervención es necesario conocer la tecnología desde su manejo tradicional. *Gliricidia sepium* es la especie más empleada como cercos vivos en el Norte, Centro y Sur de América, y en varios países de la Cuenca del Caribe (Budowski, 1987). En la región de estudio los propietarios de predios ganaderos mencionaron como uso principal de *G. sepium* el cerco vivo, pero también mencionaron que es buena leña y tiene uso medicinal.

En el 100% de las propiedades ejidales evaluadas se observó la práctica de cercos vivos, mientras que en las propiedades privadas este sistema es sustituido por cercos de alambre de púas con postes muertos para delimitar predios, y en condiciones más tecnificadas se hace uso del cerco eléctrico para delimitar potreros. El establecimiento y mantenimiento del cerco vivo implica inversión de trabajo y capital y representa una actividad importante en el esquema productivo del propietario. Los cercos vivos de *Gliricidia sepium* se establecen mediante propagación asexual mediante la selección de estacas (Figura. 17) que se obtienen de otros árboles establecidos en cercos vivos. Los propietarios mencionaron que la selección y corte de estacas se realiza teniendo en cuenta la fase lunar y con ello se aumenta el prendimiento y sobrevivencia de las estacas.



Figura 17. Corte de varetas o estacas de *Gliricidia sepium* para usarse en el establecimiento de cercos vivos en ranchos ganaderos de la región Huasteca potosina.

Una vez cortadas las estacas es costumbre dejar dos días las estacas en posición vertical antes de plantarlas en el cerco teniendo cuidado en respetar la orientación original de donde fue cortada, es decir respetando el geotropismo. Los resultados reportados respecto a la mejor estación de corte de las estacas fueron durante los meses de verano. Ello coincide con el reporte de Baggio (1982) quien afirma que los finqueros de Costa Rica prefieren realizar el corte de las estacas para establecer cercos vivos durante el verano, cuando los árboles ya han perdido sus hojas y el árbol tiene frutos, pues han encontrado que en esta época las estacas tienen mayor sobrevivencia al ser plantadas.

Las estacas son establecidas en los cercos con una longitud de aproximadamente 2 m y son enterradas a una profundidad de 10 a 20 cm. En concordancia, Baggio (1982) menciona que los ganaderos de Costa Rica suelen plantar estacas de 2.5 metros de largo para evitar que los animales consuman los primeros rebrotes tiernos que emiten las estacas a los pocos días de ser plantadas, aunque se prefiere colocar las estacas para cercos vivos cuando el

ganado se encuentra en otra zona de pastoreo para evitar las interacciones negativas entre los animales y las estacas recién colocadas en el cerco.

En potreros donde se tiene ganado bovino se prefiere espaciamientos entre los postes vivos de *Gliricidia sepium* de 2 m con 2 a 4 hilos de alambre de púas (Figura 18); sin embargo, en la región Huasteca es común observar espaciamientos menores en potreros aledaños a las zonas pobladas de las comunidades y en los huertos caseros, para controlar el paso a especies domésticas menores.



Figura 18. Cerco vivo de *Gliricidia sepium* a menor distancia entre estacas en el rancho El Rosario, municipio de Aquismón, S.L.P.

Una vez establecido el cerco vivo, las acciones de mantenimiento consisten en realizar podas de formación de la copa con el objetivo de mantener la linealidad del cerco y evitar el deterioro del alambre para aumentar la vida útil del cerco vivo; también se realizan chaponeos para eliminar especies arbustivas que puedan retrasar el desarrollo de los postes vivos; asimismo, se eliminan los

rebrotos laterales para mantener limpio el fuste de la estaca y, frecuentemente, se reemplazan los ejemplares muertos.

Para los productores ganaderos emplear cercos vivos en sus propiedades es una actividad que puede representar ahorros económicos con múltiples beneficios, ya que, en la región, el costo de los postes de ébano, preferidos por su durabilidad, oscila entre \$50.00 y \$60.00 pesos cada poste. El establecimiento de un cerco perimetral convencional, a decir de los ganaderos entrevistados, es costoso. El primer paso consiste en limpiar de la vegetación arbustiva la brecha donde se establecerá el cerco, distribuir cada 50 m un poste de larga vida como el ébano, madera resistente a la humedad que le confiere mayor vida útil al cerco, y que fungirán como “tirones”. Posterior a ello, se procede a conformar los hoyos donde se colocarán los postes, una vez colocados, se coloca y tensa el alambre de púas. Se estima que la construcción de un km de cerco de postes muertos y alambre de púas requiere de tres a cinco jornales con costos entre \$100.00 y \$120.00 el jornal.

Por lo anteriormente descrito, el establecimiento de cercos vivos representa una modalidad de los sistemas agroforestales que, además de cumplir la función de delimitar propiedades y potreros, puede aportar múltiples beneficios y servicios. Se recomienda para futuras investigaciones elaborar análisis de costo beneficio donde se contraste el establecimiento de cercos vivos con el establecimiento de cercos convencionales para demostrar a los productores los pros y contras de ambas tecnologías.

3.5.7 Características morfológicas de los árboles dispersos en los potreros

Se estudiaron las características morfológicas de las arbóreas presentes en las fincas ganaderas: altura, diámetro y área de copa, para conocer la estructura de éstos, así como las preferencias de los productores respecto a estas características. Este conocimiento permitirá diseñar tecnologías silvopastoriles teniendo en cuenta la estructura de cada especie arbórea y su comportamiento en la arquitectura del potrero.

El tipo de propiedad no mostró ser un factor significativo que influya en las características morfológicas de los árboles ($p > 0.05$). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las especies leñosas para las variables dasométricas (Cuadro 10). El pimientillo (*Achatocarpus nigricans*) y orejón (*Enterolobium cyclocarpum*) fueron los árboles con mayor cobertura de copa, este último es también de los más altos y de mayor diámetro a la altura del pecho. *Enterolobium cyclocarpum* tiene una arquitectura de copa que genera sombra tenue y deja pasar luz solar al estrato herbáceo, es por ello que, a pesar de ser de los árboles de mayor cobertura de copa, la sombra que se genera influye poco en la reducción del crecimiento de los pastos. Autores como Esquivel et al. (2003), Zamora et al. (2001) y Olivares et al. (2011) reportan a esta especie como una de las más frecuentes en los potreros más no abundante, debido a las dimensiones que puede alcanzar, ocupando grandes espacios dentro de la propiedad.

La altura de los árboles dispersos en los potreros estudiados fue de 6 a 16 m, acorde a lo encontrado por Olivares et al. (2011) quienes reportan arbóreas en ranchos ganaderos que van de 3 a 14 m de altura. En general, en el presente estudio se observaron árboles de talla mediana puesto que los árboles altos son menos deseados y se aprovechan como madera o bien son eliminados de los potreros por ocupar demasiado espacio y por obstaculizar las labores propias de la actividad ganadera. Es frecuente observar leñosas de bajo porte en los potreros formando parte de los brinzales de las arbóreas que se reproducen por

árboles padres o bien especies no deseadas en los potreros que deben eliminarse mediante chaponeo ya que no aportan sombra para el ganado y compiten con el crecimiento de las gramíneas.

Cuadro 10. Características morfológicas de los árboles dispersos por especie.

Nombre Científico	Nombre común	N	ARC(m ²)		DAP(m)		ALT(m)	
<i>Cordia alba</i>	Baboso	3	41.03±36.42	c	0.24±0.11	b	7.77±1.64	bc
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	4	70.27±25.75	c	0.46±0.09	ab	12.25±1.42	abc
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	3	131.20±22.30	bc	0.77±0.11	a	12.73±1.64	abc
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	Cerón	12	50.83±36.42	c	0.43±0.05	ab	12.03±0.82	abc
<i>Harpalyce arborescens</i>	Chicharrill	5	126.19±22.30	bc	0.52±0.05	ab	14.83±0.76	abc
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Chijol	14	58.99±36.42	bc	0.36±0.04	ab	8.24±0.62	abc
<i>Parmentiera aculeata</i>	Chote	21	106.06±36.42	c	0.42±0.08	ab	12.04±1.27	bc
<i>Acacia sp</i>	Dormilón	3	72.67±31.54	c	0.45±0.19	ab	13.00±2.84	abc
<i>Ebenopsis ebano</i>	Ébano	8	122.94±36.42	bc	0.42±0.07	ab	11.33±1.00	abc
<i>Acacia pringlei</i>	Gavia	8	79.51±44.60	c	0.41±0.07	ab	12.98±1.00	abc
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácima	14	78.83±31.54	c	0.37±0.05	ab	9.14±0.76	abc
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	3	67.26±25.75	c	0.31±0.11	ab	9.67±1.64	abc
<i>Pithecellobium dulce</i>	Humo	7	163.87±13.76	abc	0.62±0.07	ab	11.71±1.07	abc
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	3	277.90±36.42	ab	0.47±0.11	ab	11.77±1.64	abc
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	20	109.18±23.84	bc	0.40±0.04	ab	9.59±0.64	abc
<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	2	177.65±18.21	abc	0.55±0.13	ab	11.70±2.01	abc
<i>Ulmus mexicana</i>	Olmo	4	48.43±36.42	c	0.49±0.09	ab	6.93±1.42	abc
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejón	4	335.24±31.54	a	0.70±0.09	ab	15.00±1.42	ab
<i>Sabal mexicana</i>	Palma	6	97.97±14.10	c	0.48±0.08	ab	13.00±1.16	bc
<i>Tabebuia rosea</i>	P. de rosa	6	42.63±63.07	c	0.55±0.08	ab	7.03±1.16	abc
<i>Achatocarpus nigricans</i>	Pimientillo	3	336.39±36.42	a	0.55±0.11	ab	13.90±1.64	abc
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Rajador	3	142.74±28.21	bc	0.55±0.11	ab	16.45±1.64	a
<i>Havardia pallens</i>	Tenaza	3	25.49±25.75	c	0.26±0.11	ab	9.30±1.64	abc
<i>Lysiloma watsonii</i>	Tepehuaje	3	124.41±16.86	bc	0.44±0.19	ab	10.90±2.84	abc
<i>Crescentia alata</i>	Tima	3	134.61±63.07	bc	0.38±0.11	ab	10.47±1.64	abc
<i>Zuelania guidonia</i>	Volantín	6	172.94±16.86	abc	0.53±0.08	ab	11.13±1.16	abc

ARC=Área de copa; DAP= Diámetro a la altura del pecho; ALT=Altura;

Medias con distinta literal dentro de la misma fila muestran diferencias estadísticas (p<0.05).

La tenaza (*Havardia pallens*) y el baboso (*Cordia alba*) fueron las especies arbóreas de menor área de copa, así como de menor diámetro a la altura del pecho. Las diferencias observadas en las características morfológicas

dasométricas entre las especies leñosas presentes en los ranchos ganaderos, pueden explicarse: por la carga genética propia de la especie, por el valor cultural que le tienen los propietarios de las fincas ganaderas, y por la manera que éstos controlan las especies deseadas y no deseadas, pues dichos aspectos influyen en la densidad y composición de los árboles dispersos en los potreros de las fincas ganaderas en la región Huasteca potosina de México.

3.6 Conclusiones

En los potreros de la Huasteca potosina coexisten árboles dispersos de usos múltiples, producto de la intervención de los productores a través del conocimiento tradicional y el manejo selectivo de la vegetación natural, con potencial para ser incrementados en su densidad y diseñar otro tipo de tecnologías silvopastoriles como lo son los cercos vivos y bancos forrajeros. Se identificaron 26 especies arbóreas de 10 familias botánicas con 13 diferentes usos.

Parmentiera aculeata (chote), *Tabebuia rosea* (palo de rosa), *Guazuma ulmifolia* (guácima), *Prosopis laevigata* (mezquite) y *Piscidia carthagenensis* (chijol), obtuvieron los mayores Índices de Importancia Cultural y por ser de fácil propagación y mantenimiento, estas leñosas pueden incorporarse en tecnologías silvopastoriles, ya que los propietarios de las fincas ganaderas aprecian las bondades económicas y ecológicas de esas arbóreas presentes en los potreros.

Las variables dasométricas entre las especies leñosas están influenciadas por la especie más no por el tipo de propiedad. La cobertura de copa, es una variable influenciada por el tipo de propiedad, pues los ejidatarios tienden a tener mayor cobertura de copa ha⁻¹.

La provisión de sombra es el bien más perceptible para los ganaderos y los datos tomados indican que se tienen oscilaciones de 10°C menos bajo la sombra de los árboles que a pleno sol. Pese a que los ganaderos reconocen que la provisión de sombra representa bienestar para los animales, ellos no están interesados en incrementar el número de árboles dentro de sus propiedades, lo anterior por considerar que los árboles entran en competencia con los pastos.

3.7 Recomendaciones

Se recomienda a los productores de ganado de la región Huasteca potosina el establecimiento de árboles dispersos en los potreros como tecnología silvopastoril, con especies arbóreas de usos múltiples, nativas y locales, preferentemente. Con base en los resultados de la presente investigación los potreros con mayores densidades de árboles ha^{-1} soportan de 20 a 30 árboles ha^{-1} por lo cual es recomendable que los potreros puedan incrementar su densidad arbórea hacia estos números. El estrato arbóreo debe ser la combinación de especies con alto IIC, es decir, aquellas de mayor valor cultural para los productores.

Se recomienda para incrementar la densidad de árboles ha^{-1} la regeneración natural dejando árboles semilleros en los potreros con buenas características morfológicas. En casos donde lo amerite se pueden sembrar árboles en potreros con plántulas de viveros o bien, trasplantes de plántulas del mismo potrero. En ambos casos, las plántulas se pueden proteger en los primeros años.

Se recomienda destinar una fracción del potrero para la siembra en altas densidades de chote, mezquite y guácima a manera de banco forrajero para tener un reservorio de forraje de corte y acarreo en las épocas de estiaje donde las gramíneas escasean.

Se recomienda el establecimiento de cercos vivos de *Gliricidia sepium* o palo de sol por vía asexual, con estacas provenientes de árboles ya establecidos en los linderos.

Para futuras investigaciones es recomendable realizar experimentos donde se pueda monitorear el comportamiento de las gramíneas bajo dosel y en diferentes densidades de árboles dispersos, además de hacer más investigación respecto a las propiedades de guácima, mezquite y chote como elementos forrajeros para elaborar dietas adecuadas que contribuyan a la complementación alimenticia del ganado con recursos locales.

Es necesario que las instituciones gubernamentales correspondientes fomenten el establecimiento de sistemas silvopastoriles en la Huasteca potosina como estrategia para combatir los efectos del cambio climático, siendo el área agropecuaria un área de oportunidad para generar servicios ambientales y elevar la productividad de los sistemas de producción convencionales.

Se recomienda a las instituciones gubernamentales la generación de incentivos económicos para los productores que deseen innovar su sistema de producción pecuario a el establecimiento de tecnologías silvopastoriles que les ayuden a internalizar los costos de producción, mismos que no se le reditúan en ninguna parte de la cadena productiva.

Es necesario simplificar los procesos para acceder a los recursos que los programas de gobierno tienen para incentivar los sistemas de producción sostenidos y motivar a las familias productoras para el incremento de la cobertura arbórea en los potreros, teniendo como punto de partida las tecnologías silvopastoriles que ya se implementan en la región y expandirlas a nivel regional.

3.8 Literatura citada

- Alanís, R. E., Aranda, R. R., Mata, B. J. M., Canizales, V. P. A., Jiménez, P. J., Uvalle, S. J. I., Valdecantos, D. A. & Ruiz, B. M. G. (2010). Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio en San Luis Potosí, México. *Ciencia UANL*, 13(3), 287-294.
- Álvarez, O. P. A., Calzada, A. E., & Batista, C. C. (2010). Etnobotánica y propagación de *Parmentiera edulis* DC, árbol de uso múltiple en Cuba. *Revista Forestal Baracoa*, 29(1), 77-86.
- Arredondo, A., Ávila, R. & Muñoz, L. (2012). *Diagnóstico de viverismo en la Huasteca potosina*. (Folleto técnico n° MX-0-310605-36-03-17-09-46). San Luis Potosí, México: INIFAP
- Baggio, A. J. (1982). *Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud, en Costa Rica*. (Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica).
- Barrera, G. A. V. (2014). *Importancia cultural de especies arbóreas nativas en la Selva Lacandona, Chiapas*. (Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco).
- Beer, J., Harvey, C. A., Ibrahim, M., Harmand, J. M., Somarriba, C. E., & Jiménez, O. F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, 10(37-28), 80-87.
- Benavides, E. J. (1999). Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. In FAO, *Animal production and health paper*. 449-477.
- Budowski, G. 1987. Living fences: a widespread agroforestry practice in Central America. In Gholz (Ed.), *Agroforestry: realities, possibilities and potentials*. (pp. 169-178). The Netherlands: Nijhoff.
- Campos, U. M. (2016). *Diagnóstico agrario para la intervención agroforestal de unidades de producción campesina en la Huasteca potosina*. (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México).
- Carrillo, P. A., Garza, O. F., Bustamante, G. V., & Foroughbakhch, P. R. (2012). Durabilidad natural e inducida de postes para cerca de catorce especies nativas del noreste de México. *Ciencia UANL*, 15(57), 50-57.
- Comisión Nacional Para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. (2005). Ficha técnica de *Tabebuia rosea*. Consultada en:

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/11-bigno7m.pdf.

- Couttolenc, B. E., Cruz, R. J. A., Cedillo, P. E., & Musálem, M. A. (2005). Uso local y potencial de las especies arbóreas en camarón de Tejeda, Veracruz. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 11(1), 45-50.
- Esquivel, H., Ibrahim, M., Harvey, C. A., Villanueva, C., Benjamín, T., & 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.
- Figuroa, S. M. E. 2000. *Uso agroecológico, actual y potencial, de especies arbóreas en una Selva Baja Caducifolia perturbada del suroeste del Estado de México*. (Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, México).
- Fraile, M. E., García-Suárez, D., Martínez-Bernal, A., & Slomianski, R. (2007). Nutritivas y apetecibles: conozca de leguminosas comestibles. Parte I. Hojas, vainas y semillas. *ContactoS*, 66, 27-35.
- Flores, G. J. A., & Franzoni, C. B. (2007). *El valor de nuestras plantas*. México: Fondo Editorial de NL.
- Giraldo, L. A. (1998). Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*) como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. In Foidl, N., Mayorga, L., & Cásquez, W (Eds.), *Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*. Italia: FAO.
- Jiménez, F. G., López, C. M., Nahed, T. J., Ochoa, G. S., & de Jong, B. (2008). Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Veterinaria México*, 39(2), 199-213.
- Torres, I. (18 de 09 de 2015). Busca ganadería huasteca volver a ser potencia nacional. *Milenio Tamaulipas*.
- López, T. J. F. (2008). *Estructura e importancia cultural de la vegetación arbórea en La Mica, Chiapas*. (Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México).
- López, T. J., & Valdéz, J. (2011). Uso de especies arbóreas en una comunidad de la reserva de la Biósfera la Sepultura, Estado de Chiapas. In Santacruz, M., Hernández, V., & Ignacio, J (Eds.), *Bosques y Árboles del Trópico Mexicano: Estructura, crecimiento y usos* (pp. 57-79).

- Martínez, E. C., Villanueva, L. G., & Casanova, L. F. (2013). Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la Sierra de Tabasco, México. *Agrociencia*, 47(5), 483-496.
- Miranda, F., & Xolocotzi, E. H. (1963). *Los tipos de vegetación de México y su clasificación (No. 04; CP, QK211 M5.)*. México: Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Muñoz, D. A. (2006). Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 23(1), 155-170.
- Musálem, M. A. (2002). Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 8(2).
- Olivares, P. J., Avilés, N. F., Albarrán, P. B., Rojas, H. S., & Castelán, O. O. A. (2011). Identificación, usos y medición de leguminosas arbóreas forrajeras en ranchos ganaderos del sur del estado de México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 739-748.
- Olvera, F. S. (2004). Evaluation of the bromatological potential of seeds and fruits of *Sabal mexicana* Mart.(Arecaceae). *Economic botany*, 58(4), 536-543.
- Palma, J. M. (2005). Los árboles en la ganadería del trópico seco. *Avances en investigación agropecuaria*, 9(1), 1-11.
- Panadero, A. N. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista Medicina Veterinaria*, (19), 113-122.
- Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D. A., Brubaker, H. W., Dumas, A. R., Meaney, J. J. & Corzilius, D. B. (1992). Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *BioScience*, 42(5), 354-362.
- Pinto, R., Gómez, H., Martínez, B., Hernández, A., Medina, F., Ortega, L., & Ramírez, L. (2004). Especies forrajeras utilizadas bajo silvo-pastoreo en el centro de Chiapas. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 8(2), 1-11.
- Ramírez, G. A. (2006). *Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Ramos, B. C. M., & Olivera, G. M. D. L. Á. (2015). Notas etnobotánicas de la familia Bignoniaceae en el Estado de Tabasco, México. *Kuxulkab'*, 14(26), 41-43, doi: 10.19136/kuxulkaba14n26.882

- Rodríguez, S. E. N., Rojo, M. G. E., Ramírez, V. B., Martínez, R. R., Cong, H. M. D. L. C., Medina, T. S. M., & Piña, R. H. H. (2014). Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. *Ra Ximhai*, 10(3), 173-193.
- Rzedowski, J., & Huerta, L. (1994). *Vegetación de México* (No. QK211. R93 1983.). México: Limusa, Noriega Editores.
- Rueda, S. M., Santos F., J., & Caamal C., J. (2015) Identificación y uso de la vegetación nativa en ranchos de doble propósito en el Oriente de Yucatán. *Bioagrociencias*, 8(1), 17-22.
- Sánchez, A., Yimi, K., Pimentel T., M. E., & Suárez S., J. C. (2014). Conocimiento local sobre estrategias de adaptación al cambio climático en productores ganaderos en San Vicente del Caguán-Colombia. *Zootecnia Tropical*, 32(4), 329-340.
- Sánchez, O., Kvist, L. P., & Aguirre, Z. (2006). Bosques secos en Ecuador y sus plantas útiles. *Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia*, 188-204.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). (2010). *Normales Climatológicas 1951-2010, Estación el Choy. Tamuín, SLP*. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75
- Villa, H. A., Nava, T. M. E., López, O. S., Vargas, L. S., Ortega, J. E., & López, F. G. (2009). Utilización del guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) como fuente de forraje en la ganadería bovina extensiva del trópico mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(2), 253-261.
- WRB, I. G. D. T. (2007). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización.
- Zaragoza, G. J. M. (2010). *Desarrollo de un producto de panificación adicionado con harina de semilla de ébano, Ebenopsis ébano (Berland) barneby & grimes y posterior evaluación de parámetros fisicoquímicos y sensoriales*. (Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey N.L.).
- Zamora, S., García, J., Bonilla, G., Aguilar, H., Harvey, C. A., & Ibrahim, M. (2001). Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 8(31), 31-38.