



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

PROGRAMA DE POSGRADO

**ANÁLISIS DEL COMPONENTE ARBÓREO Y SU RELACIÓN CON LA
PRODUCTIVIDAD DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN GANADERA EN
CUATRO MUNICIPIOS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA SEPULTURA
CHIAPAS, MÉXICO**

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de
Posgrado como requisito para optar al grado de**

MAGISTER SCIENTIAE

en Agroforestería y Agricultura Sostenible

Juan Edduardo Betanzos Simon

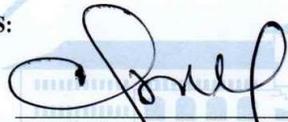
Turrialba, Costa Rica

2019

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA Y
AGRICULTURA SOSTENIBLE**

FIRMANTES:



Claudia Sepúlveda, M.Sc.
Codirectora de tesis



Cristóbal Villanueva, M.Sc.
Codirector de tesis



Francisco Casasola, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



José A. Jiménez, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Isabel A. Gutiérrez-Montes, Ph.D.
Decana Escuela de Posgrado



Juan Edduardo Betanzós Simon
Candidato

DEDICATORIA

A mi compañera de vida: Laura Giselle.

Al amor de mi vida; mi hija Jade Gisela.

A mis Padres: José Francisco y Dolores

A mis Hermanos: Xavier, José y Luis

A mis Suegros: Rosalinda y Luis

AGRADECIMIENTOS

Al IKI del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania.

Al proyecto: Promoviendo la conservación de la biodiversidad a través de prácticas agrosilvopastoriles climáticamente inteligentes en paisajes dominados por la ganadería en México, por financiar mis estudios de Maestría.

A los miembros de mi comité, por las revisiones y recomendaciones realizadas durante el desarrollo de este trabajo.

A la M.Sc. Claudia Sepúlveda, por su enorme paciencia y siempre atenta con predisposición para atender mis dudas e inquietudes, por haber depositado su confianza en las capacidades para desarrollar con éxito mis estudios de maestría que complementarán mis conocimientos integrales durante mi vida profesional.

Al M.Sc. Cristóbal Villanueva, por su apoyo incondicional, por su paciencia, por su conocimiento indispensable y valioso para la realización de esta investigación. Gracias por los consejos, ánimos en ciertos momentos difíciles de esta etapa; sin duda me servirán para ser un mejor profesional y persona.

Al M.Sc. Francisco Casasola, por el apoyo en la fase de la Tesis y las sugerencias para llegar a concluir este proyecto investigativo.

De manera especial a mi asesor y amigo M.Sc. José Antonio Jiménez Trujillo, por el apoyo brindado durante la etapa de campo, por los ánimos, la confianza y los aportes; pero sobre todo por su disponibilidad para ayudar y por su amistad.

A Sergio Vilchez y Alejandra Ospina, por toda su paciencia y aportaciones en este trabajo.

A los productores de la REBISE, especialmente a los de la comunidad de Los Ángeles y a don Héctor de Flores Magón, por el apoyo brindado en la facilitación de información para poder concluir esta investigación.

A mis compañeros de maestría y amigos de convivencia los Panafieras, y en especial a: Rafa, Edwin y Jennifer, pues hicieron de esta gran aventura llamada CATIE, una hermosa experiencia de vida.

CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	IX
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos del estudio	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.2 Preguntas de investigación.....	2
2 MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Sistemas silvopastoriles	3
2.1.1 Árboles dispersos en potreros	4
2.1.2 Cercas vivas.....	5
2.2 Importancia de la cobertura arbórea	6
2.3 Contribución de los árboles en potreros a las unidades de producción ganadera .	7
2.3.1 Cobertura arbórea como fuente de forraje para el ganado	7
2.3.2 Aporte de la cobertura arbórea en la producción de madera, leña y postes ..	8
2.3.3 La cobertura arbórea en la conservación de la biodiversidad	9
2.3.4 Relación entre la productividad de la unidad de producción ganadera y la cobertura arbórea	9
3 BIBLIOGRAFÍA.....	9
4 ARTICULO 1. CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN GANADERA Y SU RELACIÓN CON LA COBERTURA ARBÓREA EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA SEPULTURA, CHIAPAS, MÉXICO	17
4.1 Introducción	17
4.2 Materiales y métodos	18
4.2.1 Área de estudio	18
4.2.2 Selección de la muestra	20
4.2.3 Metodología.....	20
4.3. Resultados y discusión.....	24
4.3.1 Tipologías de las unidades de producción ganadera.....	24

4.3.2 Composición y estructura de la cobertura arbórea en las unidades de producción ganadera.	27
4.3.3 Distribución de individuos por clases diamétricas.....	29
4.3.4 Especies arbóreas más abundantes en las unidades de producción ganadera	30
4.3.5 Principales usos potenciales para las especies arbóreas.....	32
4.3.4 Relación entre la cobertura arbórea e ingresos de la productividad	33
4.4 Conclusiones generales	36
4.5 Recomendaciones.....	37
4.6 Bibliografía	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Objetivos y preguntas de investigación	2
Cuadro 2. Especies de leñosas presentes con mayor frecuencia dispersas en los potreros en México.	5
Cuadro 3. Especies de leñosas presentes con mayor frecuencia en cercas vivas de México.	6
Cuadro 4. Número de parcelas establecidas según el área del uso de suelo dedicada a la ganadería.	22
Cuadro 5. Resumen de variables que marcan las diferencias de las unidades de producción ganadera en la REBISE, Chiapas.	26
Cuadro 6. Descripción de la composición arbórea en las 30 unidades de producción ganadera en la REBISE, Chiapas.	28
Cuadro 7. Especies dominantes (%) en los usos de suelos evaluados en la REBISE	31
Cuadro 8. Especies arbóreas con mayor abundancia (%) por tipologías de UPG	32
Cuadro 9. Principales usos potenciales para las especies de árboles dispersos en potreros y cercas vivas registradas en las unidades de producción ganaderas en la REBISE, Chiapas.	32
Cuadro 10. Principales usos de las especies dominantes en las UPG en la REBISE	33
Cuadro 11. Relación de la a diversidad de árboles y cobertura arbórea con la productividad.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio y de incidencia por el proyecto BioPaSOS: Reserva de la biosfera la Sepultura.	19
Figura 2. Esquema metodológico referente al análisis de información y clasificación de las UPG ubicadas en la REBISE	21
Figura 3. Esquema metodológico referente al análisis de información e índices de biodiversidad de las UPG ubicadas en la REBISE.	23
Figura 4 Dendrograma tipificación de unidades de producción ganadera: innovadoras (n=15) y tradicionales (n=15) en la REBISE, Chiapas.	25
Figura 5. Usos de suelo en las UPG: PAD (pastoreo en árboles dispersos), BS (bosque secundario), BC (bosque conservado), BFP (banco forrajero proteico), BFE (banco forrajero energético), GB (granos básicos).	27
Figura 6. Curvas de acumulación de especies basadas en los números de Hill. a)= q^0 (Riqueza de especies), b)= q^1 (Shannon Weaber), c)= q^2 (Simpson).	29
Figura 7. Curvas de acumulación de especies por tipologías basadas en los números de Hill. a)= q^0 (Riqueza de especies), b)= q^1 (Shannon Weaber), c)= q^2 (Simpson).	29
Figura 8. Distribución del número de individuos por clases diamétricas para los árboles presentes en las unidades de producción ganadera en la REBISE, Chiapas.	30
Figura 9. Las 10 especies arbóreas con mayor abundancia ($n=2020$) en las unidades de producción ganadera de la REBISE, Chiapas ($N=3339$).	31
Figura 12. Relación de la cobertura arbórea y productividad (ingresos brutos por venta de leche y carne al año ⁻¹).	36

ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS

BioPaSOS: Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles
CONANP: Comisión Nacional de Áreas Protegidas
DAP: Diámetro a la Altura de Pecho
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FIRA: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía
MXN: Pesos Mexicanos
REBISE: Reserva de la Biosfera la Sepultura
SIAP: Servicio de información agroalimentaria y pesquera
SSP: Sistemas silvopastoriles
UA: Unidad Animal
UPG: Unidades de Producción Ganadera
UPGI: Unidad de Producción Ganadera Innovadora
UPGT: Unidad de Producción Ganadera Tradicional

Juan Edduardo Betanzos Simon

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica

e-mail: juan.betanzos@catie.ac.cr

Análisis del componente arbóreo y su relación con la productividad de las unidades de producción ganadera en cuatro municipios de la reserva de la biosfera la Sepultura, Chiapas, México.

Resumen

La ganadería bovina en las regiones tropicales de Latinoamérica se realiza mayormente en praderas nativas con tendencia hacia manejo de monocultivos y de pastoreo extensivo, asociada a grandes problemas de deforestación, pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos. El estado de Chiapas, México, cuenta con gran diversidad biológica favorecida por la variedad de ecosistemas que posee. Sin embargo, existen indicios de que el cambio de usos de suelo para la actividad ganadera está propiciando una amenaza para la diversidad florística de Chiapas. Debido a la gran riqueza biológica del estado, existe una gran variedad de especies que podrían tener potencial para ser incorporadas a los sistemas de producción y con ello aumentar y diversificar los ingresos de las unidades de producción ganadera bajo el enfoque de intensificación sostenible. Este estudio se centra en caracterizar las unidades de producción ganadera y determinar las relaciones que existen entre la cobertura de sombra y la productividad en cuatro municipios de la reserva de la biosfera la Sepultura. Para realizar esta investigación fueron seleccionadas treinta unidades de producción ganadera para determinar las tipologías existentes en la zona de estudio, así como también conocer las especies arbóreas presentes en cada una de ellas. La información fue recolectada mediante entrevistas semiestructuradas para determinar las tipologías existentes mediante análisis de conglomerados de acuerdo con condiciones biofísicas (sistema de producción, usos de suelos, superficie dedicada a la ganadería, tamaño del hato ganadero, entre otras). Determinando dos tipologías de unidades de producción ganadera: Tradicionales (UPGT) e Innovadoras (UPGI). La superficie media utilizada para la actividad ganadera es de 24.92 ± 17.97 hectáreas y 26.46 ± 20.39 animales la media del tamaño del hato ganadero. Los datos de los árboles se obtuvieron de individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de > 10 cm, evaluando la composición, riqueza y abundancia de especies arbóreas, utilizando el índice de diversidad Q-Hill. En relación con los resultados obtenidos, las unidades de producción ganadera se determinaron según arreglos silvopastoriles de árboles dispersos en potreros y cercas vivas, arreglos en los cuales fueron inventariados 3339 árboles pertenecientes a 80 especies, y son 10 especies dominantes representando al 60.49% del total de los árboles del inventario. En relación con la cobertura de sombra y la productividad hubo marcadas diferencias de cobertura y productividad, no encontrando suficiente evidencia para determinar una relación entre estas dos variables. Sin embargo, existen unidades de producción ganadera las cuales cuentan con una alta cobertura de sombra y una productividad alta.

Palabras claves: árboles en potreros, cercas vivas, ganadería tropical, sombra.

Abstract

Cattle ranching in the tropical regions of Latin America takes place mainly in native grasslands with a tendency toward monoculture management and extensive grazing, associated with major problems of deforestation, loss of biodiversity and ecosystem services. The state of Chiapas, Mexico, has great biological diversity favored by the variety of ecosystems it has. However, there are indications that the change of land uses for livestock activity is causing a threat to the floristic diversity of Chiapas. Due to the great biological richness of the state, there is a great variety of species that could have potential to be incorporated into production systems and thereby increase and diversify the income of the livestock production units under the sustainable intensification approach. This study focuses on characterizing livestock production units and determining the relationships that exist between shade coverage and productivity in four municipalities of La Sepultura Biosphere Reserve. To carry out this research, thirty livestock production units were selected to determine the typologies existing in the study area, as well as to know the tree species present in each one of them. The information was collected through semi-structured interviews to determine the existing typologies through cluster analysis according to biophysical conditions (production system, land uses, area dedicated to livestock, size of the herd, among others). Determining two types of livestock production units: Traditional (UPGT) and Innovative (UPGI). Being the average surface used for the cattle activity of 24.92 ± 17.97 hectares and 26.46 ± 20.39 animals the average of the size of the cattle herd. The data of the trees were obtained from individuals with a diameter at breast height (DBH) of > 10 cm, evaluating the composition, richness and abundance of tree species. Using the Q-Hill diversity index. In relation to the results obtained the livestock production units were determined in silvopastoral arrangements such as scattered trees in paddocks and living fences. The total tree inventory were 3339 trees that belonged to 80 species, the ten dominant species represented 60.49% of the total trees inventory. In relation to shade coverage and productivity there were marked differences in coverage and productivity, not finding enough evidence to determine a relationship between these two variables. However, there are livestock production units which have high shade coverage and high productivity.

Keywords: Trees in paddocks, living fences, tropical livestock, shade.

1. INTRODUCCIÓN

El impacto que genera el cambio climático en la ganadería de América Latina es una prioridad mundial, especialmente en las regiones tropicales. La velocidad de las expresiones de este fenómeno global obliga a trabajar con rapidez en agendas de adaptación y estrategias de mitigación que reduzcan las causas principales de las fluctuaciones climáticas. Un alto porcentaje de la ganadería bovina en América tropical se realiza en praderas nativas con tendencia hacia manejo de monocultivos, y este sistema de producción está causando grandes problemas de deforestación, pérdida de biodiversidad y degradación de los suelos que generan desertificación y destrucción de cobertura vegetal, disminuyendo la productividad ganadera (Müller et al. 2014, Murgueitio et al. 2015).

En México, la ganadería bovina es la actividad productiva más difundida en las zonas rurales y se realiza en todas las regiones agroecológicas del país. Esta actividad productiva se desarrolla en aproximadamente 110 millones de hectáreas, lo que representa aproximadamente el 60% de la superficie del territorio nacional, y mantiene cerca de 28.4 millones de cabezas de ganado en un nivel nacional. Los sistemas de producción van desde los más altamente tecnificados e integrados, hasta los tradicionales (Pagiola et al. 2004, INEGI 2014). La eficiencia de los sistemas de producción bovina es baja, ya que si bien el volumen de leche producido del ganado bovino se ha incrementado, esto ha sido debido al aumento de la población de vacas lecheras (2,4 millones de cabezas) y áreas de pastoreo, más que a incrementos en su productividad (SIAP 2015, SAGARPA 2016).

En ese mismo contexto, la ganadería en Chiapas es una de las principales actividades económicas para el estado, pues se considera la base del sector primario y una actividad importante en la economía del estado. Esta actividad concentra 90 % del valor total de la producción pecuaria, y es el sistema de producción ganadero de doble propósito el más representativo al ocupar 2.9 millones de hectáreas equivalente al 33 % del territorio estatal utilizado para dicha actividad (Zebadúa et al. 2010, INEGI 2016); es además practicada en su mayoría de forma extensiva o tradicional, lo cual implica enfrentarse a una de las mayores tasas de deforestación del país, degradación de los suelos y baja productividad animal, debido a la baja cantidad y calidad de los forrajes causada principalmente por sobrepastoreo y malas prácticas ganaderas (Pinto 2002, Ramírez et al. 2011, FAO 2016).

Sin embargo, debido a la gran riqueza biológica del estado, existe una gran variedad de especies del componente arbóreo que podrían ser manejadas y aprovechadas de manera sostenible en los sistemas de producción animal. Dicha cobertura arbórea podría reducir la dependencia de insumos externos (suplementos alimenticios para los animales, fertilizantes, herbicidas, combustibles fósiles y otros.), además de conferir beneficios, entre ellos, sus múltiples usos como forraje, abono verde, sombra, cercos, cortinas rompevientos, comida, leña y madera (Ferrer 2010). Este enfoque constituye una opción para la reconversión de los sistemas tradicionales de producción ganadera a sistemas con mayor eficiencia económica y ambiental;

incluso, podría contribuir a la resiliencia de los paisajes dominados por la ganadería ante las consecuencias del cambio climático y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Rubio et al. 2004, García y Medina 2006, Tedonkeng et al. 2007, FAO 2009, Steinfeld et al. 2009).

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar las unidades de producción ganadera, los árboles y determinar la relación de la productividad animal con la cobertura arbórea. Dichos resultados podrían servir como evidencia para el desarrollo de programas que promuevan acciones en el marco de la ganadería sostenible en la región de la REBISE Chiapas.

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el componente arbóreo presente en las unidades de producción ganadera y su relación con los beneficios productivos en cuatro municipios de Chiapas, México.

1.1.2 Objetivos específicos

- a. Caracterizar las unidades de producción ganadera de cuatro municipios de Chiapas, México.
- b. Determinar la composición y estructura de la cobertura arbórea en las unidades de producción ganaderas.
- c. Estimar la relación de la cobertura arbórea con la productividad animal de las unidades de producción ganaderas.

1.2 Preguntas de investigación

Cuadro 1. objetivos y preguntas de investigación.

Objetivos	Preguntas de Investigación	
General	Evaluar el componente arbóreo presente en las unidades de producción ganadera y su relación con los beneficios productivos en cuatro municipios de Chiapas, México.	
Específicos	1. Caracterizar las unidades de producción ganadera de cuatro municipios de Chiapas, México.	¿Cuáles son las tipologías y características generales de las UPG? ¿Cómo se encuentra distribuido el uso de la tierra en las UPG?

Objetivos	Preguntas de Investigación	
Específicos		¿Cuáles son los arreglos silvopastoriles predominantes en las unidades de producción ganaderas?
	2. Determinar la composición y estructura de la cobertura arbórea en las unidades de producción ganaderas.	¿Cuáles son las especies leñosas perennes presentes en las tipologías de las unidades de producción ganadera? ¿Cuál es la riqueza y abundancia de esas especies? ¿Cuáles son los principales usos que le otorgan los productores a los árboles en las unidades de producción ganaderas?
	3. Estimar la relación de la cobertura arbórea con la productividad animal de las unidades de producción ganaderas.	¿Cuál es la cobertura arbórea presente en las UPG? ¿Cuál es la relación de la cobertura arbórea con la productividad animal en la UPG?

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) generalmente se definen como una forma de producción de ganado en la que las especies leñosas perennes (árboles o arbustos) interactúan con los componentes adicionales: pastos y ganado, bajo un esquema de manejo integral. Según Pezo e Ibrahim (1996), un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), que interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) utilizados en áreas con vocación ganadera como una forma de intensificar el uso de la tierra, lo cual supone el aumento de la producción por unidad de superficie, reducción del costo por unidad de producto y la dependencia de insumos externos (Pezo e Ibrahim 1999), todos ellos bajo un manejo de sistema integral. Aunque se haga mención que los sistemas silvopastoriles donde leñosas perennes constituyen un recurso alimenticio, no debe interpretarse como SSP sólo cuando los árboles o arbustos presentes cumplen un propósito forrajero. Este enfoque podría volver más competitivos los sistemas ganaderos en los países tropicales a través de un uso eficiente de los recursos existentes en las

fincas tales como pastos, follajes arbóreos, frutos y residuos de cultivos (Pezo e Ibrahim 1999, Zamora et al. 2001).

Sin importar el tipo de SSP, la integración de especies leñosas al sistema ganadero permite, en escala local, optimizar procesos biológicos como la fotosíntesis, el ciclaje de nutrientes y la actividad microbiana en el suelo, permitiendo incrementar la producción total por hectárea empleando menos insumos externos (Devendra e Ibrahim 2004, Murgueitio et al. 2011). Esto reduce los costos de producción y los riesgos de pérdida debido a algún evento extremo (Altieri et al. 1999, Krishnamurthy y Ávila 1999) Asimismo, la presencia de una cobertura arbórea genera importantes beneficios ambientales: mejora la conectividad del paisaje (Leon y Harvey 2006), incrementando la biodiversidad que se mantiene (McNeely y Schroth 2006), y durante su desarrollo, las especies leñosas capturan grandes cantidades de carbono (Soto-Pinto et al. 2010), contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Entre los principales beneficios evaluados en los SSP destaca el incremento en la fertilidad del suelo, ya que las raíces de los árboles aprovechan los nutrientes de capas más profundas, y pueden asociarse con bacterias fijadoras de nitrógeno o con micorrizas, se ha reportado también que la sombra que generan los árboles reduce el estrés calórico del ganado, aumentando su tiempo destinado al pastoreo, lo que mejora la cantidad y calidad de leche y carne producida (Betancourt et al. 2003).

Aunque existen diferentes tipos de SSP, en los países tropicales los árboles dispersos en potreros y cercas vivas son los más utilizados por su estructura y funcionalidad en los sistemas de producción (Villanueva et al. 2013).

2.1.1 Árboles dispersos en potreros

Los árboles dispersos en los potreros es un sistema tradicionalmente utilizado por los ganaderos, aunque poco se sabía de los beneficios que brindan a la productividad animal. Básicamente, los productores dejan crecer árboles y/o arbustos que nacen de la regeneración natural en los potreros; tales árboles se distribuyen de manera dispersa (sin ningún arreglo). En los esquemas tradicionales, muy pocas veces el productor ganadero siembra árboles en sus potreros (Trujillo y Sepúlveda 2015, Devendra e Ibrahim 2004).

Este SSP brinda mayor confort a los animales debido a que la sombra de los árboles mejora el microclima de los potreros; así los animales están más cómodos y dedican más tiempo al consumo de alimento. Además, mejora la fertilidad del suelo con el aporte de materia orgánica y provee recursos maderables para el uso familiar: leña, madera y demás. En la época seca, principalmente, los árboles son fuente de alimento (follaje y frutos) para la alimentación animal.

En los últimos años se ha observado que en terrenos los cuales tienen entre 25 y 30 árboles por hectárea el ganado incrementa la producción obteniendo novillos con mayores ganancias de peso y vacas produciendo en promedio 1.5 litros más de leche que en sistema de producción sin árboles (Ferrer 2010).

Algunas especies en el SSP de árboles dispersos en potreros más comunes en México se resumen en el siguiente cuadro (Cuadro2).

Cuadro 2. Especies de leñosas presentes con mayor frecuencia dispersas en los potreros en México.

Estudio	Especies con mayor frecuencia	Autores
64 especies identificadas	<i>Tabebuia rosea</i> <i>Cordia alliodora</i> <i>Cedrela odorata</i> <i>Swietenia macrophylla</i>	(Martínez-Encino et al. 2013)
59 especies identificadas	<i>Tabebuia rosea</i> <i>Cordia alliodora</i> <i>Cedrela odorata</i> <i>Zanthoxylum riedelianum</i>	(Cano et al. 2009)
98 especies fueron identificadas	<i>Bursera simaruba</i> <i>Zanthoxylum kellermanii</i> <i>Nectandra ambigens</i> <i>Pouteria sapota</i> <i>Brosimum alicastrum</i> <i>Sapium nitidum</i>	(Guevara et al. 1998)

2.1.2 Cercas vivas

Las cercas o cercos vivos son una práctica agroforestal tradicional que consiste en establecer siembras de líneas de árboles y/o arbustos como soportes para el alambre (de púas o liso), principalmente para establecer los límites entre parcelas y entre diferentes usos de suelo. La cerca viva puede ser de una o dos líneas y estar formada de plantas leñosas vivas solas o en combinación con postes muertos (Ferrer 2010). Existen dos tipos de cercas vivas: simples y multiestrato. Las simples son en las que se emplean una o dos especies dominantes; en cambio, la multiestrato tiene más de dos especies de diferentes usos y alturas; que pueden ser usadas como madera, leña, forraje, entre otros (Villanueva 2008).

Entre las principales ventajas que presentan están que constituyen una fuente alternativa de obtención de diversos satisfactores (frutos, forraje, leña, postes, medicamentos, ornato), proporcionan sombra tanto a los animales como a los jornaleros, reducen la fuerza de los vientos y la evaporación, ayudan a conservar el suelo y algunas leguminosas favorecen la fijación de nitrógeno, así como proporcionan materia orgánica (Villanueva 2008, Zapata et al. 2013, Siles et al. 2014).

Varios estudios sobre inventarios de especies leñosas usadas como cercas vivas se detallan luego como una valiosa información. Una investigación realizada en Costa Rica identificó 28 especies como cercos vivos pertenecientes a 15 familias, y son cuatro especies las más frecuentes: poró (*Erythrina costaricensis* / *Erythrina fusca*), madero negro (*G. sepium*) y *trichantera gigantea* (Villanueva et al. 2013).

En el siguiente cuadro se muestran los resultados sobre estudios realizados sobre cercas vivas en México (Cuadro 2).

Cuadro 3. Especies de leñosas presentes con mayor frecuencia en cercas vivas de México.

Estudio	Especies con mayor frecuencia	Autores
58 especies identificadas	<i>Gliricidia sepium</i>	(Avendaño y Rosado 2000)
	<i>Bursera simaruba</i>	
	<i>Diphysa robinoides</i>	
	<i>Acacia farnesiana</i>	
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	
12 especies identificadas	<i>Diphysa robinoides</i>	(Hernández 2013)
	<i>Piscidia piscipula</i>	
	<i>Lonchocarpus sp.</i>	

2.2 Importancia de la cobertura arbórea

Según Botero y Russo (1998), la introducción de árboles en potreros permite mejorar la calidad del forraje de la pastura asociada, conservando altos valores de proteína en invierno, comparado con el forraje del pasto en sistemas de monocultivo con total exposición al sol. Además, puede incrementar la cantidad total de forraje para los animales dependiendo de factores como el manejo que se le haga a los árboles, la densidad arbórea y la cobertura de copa utilizada; las especies forrajeras involucradas, la condición del pasto y la región analizada. De igual forma, estabiliza la producción forrajera, especialmente cuando se produce sequía, y de acuerdo con la especie de árbol asociado, puede proveer forraje a través del follaje o frutos. Esto permite un mejor manejo y un aumento en la eficiencia ganadera.

Entre otros de los beneficios de la incorporación y retención de árboles en los potreros se encuentra la del incremento en los ingresos del productor por causa de la diversificación en la producción con productos como maderas, postes, leña y otros. Esto lo demuestran estudios realizados por Botero (1993), el cual indica que el establecimiento o aprovechamiento de

maderables podría contribuir en el mejoramiento del ingreso de las fincas ganaderas en 15 y 35%, respectivamente.

2.3 Contribución de los árboles en potreros a las unidades de producción ganadera

Los árboles en potreros y las cercas vivas generan una serie de beneficios adicionales, aparte del incremento en la productividad de la leche y/o carne, como sombra y alimento para el ganado, productos maderables y no maderables para uso local o para la venta, restauración y conservación de suelos y mejorar la infiltración del agua para alimentar a los mantos acuíferos subterráneos dentro de otros. Asimismo, la biodiversidad vegetal de los potreros contribuye con una mayor riqueza y abundancia de la fauna silvestre, ya que se mejoran las condiciones para su desplazamiento, refugio, anidamiento y alimentación. Varias especies de fauna silvestre cumplen funciones en la polinización vegetal, dispersión de semillas, control de plagas de importancia en explotaciones pecuarias y en cultivos agrícolas. Por lo tanto, la diversidad y mayor estructura de la cobertura arbórea a partir de los potreros arbolados y bosques, reúne una serie de rasgos funcionales con potencial para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción ganadera con efectos positivos tanto en el nivel de finca como de paisaje (Villanueva et al. 2018).

2.3.1 Cobertura arbórea como fuente de forraje para el ganado

Las hojas de los árboles y las ramas pequeñas forman parte natural de las dietas de numerosos rumiantes y han sido utilizadas como una fuente convencional de forrajes para la ganadería en Latinoamérica. La parte de los árboles forrajeros usada comúnmente como alimento está referida a hojas, tallos tiernos y ramas jóvenes; además pueden utilizarse frutos y vainas.

La suplementación de los animales con forrajes provenientes del componente arbóreo cumple una función importante en la alimentación del ganado ya que algunas especies leñosas son ricas en proteínas y minerales. Los árboles y arbustos forrajeros han sido reconocidos como un recurso estratégico para mejorar los sistemas ganaderos debido a su gran potencial proteico, las características nutricionales y de producción de biomasa de muchas especies leñosas. En la ganadería, estas especies pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de alimento en la época seca (Juan Araya et al. 1994, Chavarria 2010).

Para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales como de producción y de versatilidad agronómica sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente (Benavides 1999). Aunque el mayor potencial se encuentra en las especies de la familia de las leguminosas, existen diversas especies de árboles y arbustos que pueden ser aprovechados, haciendo énfasis en especies nativas, dentro de las cuales las especies

mayormente utilizadas en México son las siguientes: guaje (*Leucaena leucocephala*), cocuite (*Gliricidia sepium*), ojite o ramón (*Brosimum alicastrum*), árbol de chícharo o árbol de frijol (*Cajanus cajan*), hibisco o tulipán (*Hibiscus-rosasinensis*), colorín o machetillo (*Erythrina sp.*), morera (*Morus alba*) y guácimo o caolote, (*Guazuma ulmifolia*) (Lopez 2010, Rojas et al. 2017).

Diversos estudios reportan que la suplementación con forraje de árboles en la dieta del ganado bovino puede mejorar la utilización de forraje de baja calidad. Estas suplementaciones producen mayor ganancia de peso vivo en becerros y novillos que las producidas utilizando dietas basales de forrajes de pobre calidad. Ibrahim et al. (2000) evaluaron el uso de poró (*Erythrina berteroana*) como suplemento en animales a pastoreo, incluyendo como fuente energética frutos verdes de banana. Observaron ganancias de peso vivo mayores al 20% en novillos, ramoneando poró en bancos de proteína en comparación con el control, demostrando el potencial para mejorar la productividad animal en sistemas tradicionales de producción ganadera con la utilización de arbóreas.

Los estudios realizados han demostrado que los sistemas agroforestales en la alimentación de rumiantes en el trópico constituyen una solución viable que no produce daños ambientales y es socialmente aceptada por los productores.

2.3.2 Aporte de la cobertura arbórea en la producción de madera, leña y postes

El aprovechamiento de madera en fincas ganaderas es una actividad rentable y sostenible que puede ser implementada por los productores como una fuente de ingresos adicional al sistema que vienen manejando, siempre y cuando hagan un manejo sostenible de la regeneración natural, utilizando un mínimo de 20 plántulas por hectárea al año, de tal manera que puedan garantizar el aprovechamiento a futuro de un mínimo de un árbol por hectárea al año (Scheelje et al. 2013, Ledesma 2003).

Pérez et al. (2013) y Ruiz et al. (2005) explican que los productores deciden manejar altas densidades de árboles en potreros para satisfacer sus necesidades de leña y postes muertos principalmente para consumo doméstico ya que en la mayoría de los casos las fincas no cuentan con espacio para conducir charrales (bosque secundario joven), el cual en otros casos es la fuente de productos maderables para la finca. Esto refleja el creciente interés de los productores para retener y usar árboles en potreros (árboles dispersos y cercas vivas) con el fin de desarrollar potreros multifuncionales que contribuyan a la generación de servicios, como son los productos maderables; madera, postes y leña principalmente (Ibrahim et al. 2013).

Estudios en Centro América definen a la leña como el producto maderable más importante de la región, debido al uso por las familias campesinas para la elaboración de sus alimentos, seguida de la madera industrial y la madera aserrada. A nivel de Centro y Norteamérica, la producción de madera generó ingresos por US\$ 2.620 millones en el año 2005 (FAO 2010)

2.3.3 La cobertura arbórea en la conservación de la biodiversidad

La expansión de la ganadería se asocia con la deforestación, pues ocasiona la disminución de la cobertura arbórea, y en muchos casos, un deterioro notable de los recursos naturales, principalmente de los bosques, el suelo y la biodiversidad (Sánchez et al. 2001).

Asimismo, las cercas vivas, las cortinas rompevientos y los árboles dispersos en potreros son elementos agroforestales de importancia para la generación de estrategias de restauración ecológica en paisajes agropecuarios, y la presencia de la cobertura arbórea en cualquiera de los arreglos mencionados anteriormente generan importantes beneficios ambientales, incrementando o manteniendo la biodiversidad ofreciendo conectividad estructural al paisaje y funcionando como corredores biológicos (Leon y Harvey 2006, McNeely y Schroth 2006).

Existen diversos ejemplos en Costa Rica donde especies de uso múltiple como *B. simaruba* y *G. sepium* en cercas vivas las cuales no son podadas frecuentemente convirtiéndose en corredores biológicos incrementando la conectividad en paisajes agropecuarios, en conjunto con los árboles en potreros, pues mejoran la conectividad estructural y funcional con los parches de bosques, lo cual mejora el movimiento, el refugio y alimento de la fauna silvestre (Villanueva et al. 2018).

2.3.4 Relación entre la productividad de la unidad de producción ganadera y la cobertura arbórea

Se ha demostrado que la incorporación del componente arbóreo en el sistema de producción ganadera puede influir positivamente en la rentabilidad de las fincas ganaderas (Kaimowitz 2001) y son los sistemas silvopastoriles los que constituyen una opción en los sistemas de explotación de rumiantes capaz de mejorar la productividad de las fincas ya que estos diversifican los productos (leche, carne, madera, postes y leña), brindan sombra, mejoran la dieta de los animales, reducen la utilización de fertilizantes químicos y de concentrados. Esto se traduce en una menor utilización de insumos externos a la finca (Ibrahim et al. 2007). Además, muchos productores mantienen árboles en sus potreros como fuente de capital financiero para aprovecharlos cuando surgen problemas de liquidez (Souza De Abreu 2002).

3 BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, R; Nahed, J; Parra, M; García, L; Ferguson, B. 2012. Medios de vida y aproximación de sistemas ganaderos al estándar de producción orgánica en Villaflores, Chiapas, México. (en línea). Revista de investigación y difusión científica agropecuaria :s.p. Consultado 29 agosto. 2018. Disponible en <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2012/sept/2.pdf>.

Altieri, MA; Hecht, S; Liebman, M; Magdoff, F; Norgaard, R; Sikor, TO. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. s.l., Nordan-Comunidad. s.p.

Aryal, DR; Castro, HG; García, NDC; Ruiz, O de JJ; Paniagua, LFM; Trujillo, JAJ; Venegas, JAV; Ruiz, RP; Coss, AL de; Hernández, FG. 2018. Potencial de almacenamiento de carbono en áreas forestales en un sistema ganadero. (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Forestales 9(48 SE-Artículo Científico):s.p. Disponible en <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/184>.

Benavides, JE. 1999. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. s.l., s.e. 449-477 p.

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. s.l., s.e. 47-51 p.

Botero, R. 1993. Papel de las especies forrajeras tropicales en la conservación y recuperación de suelos ácidos de ladera. s.l., s.e. 14-23 p.

Cano, JDG; Losada, H; Cortés, J; Rivera, JG; Maldonado, NM; Pérez-Gil, F. 2009. Los Árboles Dispersos en Potreros de la región de la Sierra de Tabasco, México. s.l., s.e. s.p.

Chavarría Oseguera, A. 2010. Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras. s.l., CATIE, Turrialba (Costa Rica). s.p.

Cuevas Reyes, V; Loaiza Meza, A; Espinosa García, JA; Vélez Izquierdo, A; Montoya Flores, MD; Cuevas Reyes, V; Loaiza Meza, A; Espinosa García, JA; Vélez Izquierdo, A; Montoya Flores, MD. 2016. Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. (en línea). s.l., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 69-83 p. Consultado 13 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000100069.

De Abreu, S. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in the humid Tropics. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 105 p.

Devendra, C; Ibrahim, M. 2004. Silvopastoral systems as a strategy for diversification and productivity enhancement from livestock in the tropics. s.l., s.e. 10-24 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Roma, Italia, s.e. 346 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma, Italia, s.e. 184 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2016. El Estado De Los Bosques Del Mundo, Los Bosques Y La Agricultura: Desafíos Y Oportunidades. Roma, Italia, s.e. 36 p.

Febles, G; Ruiz, TE. 2008. Evaluación de especies arbóreas para sistemas silvopastoriles. s.l., s.e. s.p.

Ferrer, GJ. 2010. PAQUETE TECNOLÓGICO Sistemas silvopastoriles Uso de árboles en

potreros de Chiapas. s.l., s.e. 46 p.

FIRCO, (Fideicomiso de Riesgo Compartido). 2017. La Ganadería en México. (En línea, sitio web). Disponible en <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>.

García, DE; Medina, MG. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. s.l., s.e. 233 p.

Gómez Castro, H; Guevara-Hernández, F; Ley De Coss, A; Pinto-Ruiz, R. 2013. Assessment of areas under livestock use in the buffer zone of a nature reserve in Chiapas, Mexico. (en línea). Información técnica económica agraria 109:69-85. Consultado 29 ago. 2018. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/287371000>.

Gómez, CH; Pinto, R; Guevara, F; Medina, J; Nahed, T; Ruiz, B; Mendoza, P. 2010. Innovación local de sistemas silvopastoriles: contribución a la reconversión productiva de áreas ganaderas. Unidad de Divulgación Científica. Universidad Autónoma de Chiapas. s.l., s.e. s.p.

Grande, JD; Losada, H; Cortés, J; Rivera, JG; MauricioMaldonado, N; Pérez-Gil, F. 2009. Los Árboles Dispersos en Potreros de la región de la Sierra de Tabasco, México. s.l., s.e. s.p.

Guevara, S; Laborde, J; Sánchez, G. 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? s.l., s.e. 34-43 p.

Guevara-Hernández, F; Pinto, R; Rodríguez, LA; Gómez, H; Ortiz, R; Ibrahim, M; Cruz, G. 2011. Percepciones locales de la degradación de potreros en una comunidad ganadera de Chiapas, México. s.l., s.e. s.p.

Harvey, CA; Haber, WA; Solano, R; Mejías, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: Herramientas para la conservación?. Remnant trees in Costa Rican pastures: tools for conservation? s.l., s.e. 19-22 p.

Hernández, E. 2013. Cinco especies arbóreas maderables más usadas en Hueyucuatitla, Benito Juárez, Veracruz: crecimiento y supervivencia en dos ambientes. s.l., s.e. s.p.

Hernández, YA. 1995. Propuesta para establecer el área natural protegida (Reserva de la Biosfera) La Sepultura, en la porción oeste de la Sierra Madre de Chiapas, México. s.l., Tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Xalapa, Veracruz. s.p.

Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. s.l., s.e. s.p.

Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F; Sepulveda, C; Tobar, D. 2013. Potencial de producción sostenible de madera del sistema silvopastoril árboles dispersos en potreros en América Central. s.l., s.e. s.p.

Ibrahim, MA; Holmann, F; Hernández, M; Camero, A. 2000. Contribution of Erythrina protein banks and rejected bananas for improving cattle production in the humid tropics. s.l., s.e. 245-254 p.

Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras. 2010. s.l., CATIE, Turrialba (Costa Rica). s.p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1996. Censo de Población y Vivienda 1995. Chiapas, s.e. 1083 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. Encuesta Nacional Agropecuaria 2014 Producción de ganado bovino. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/doc/minimonografia/prodbovena14.pdf>.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2016. Anuario estadístico y geográfico de Chiapas 2016. México, s.e. 739 p.

Juan Araya, JB; Arias, R; Ruiz, A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. s.l., s.e. 31 p.

Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forest? In Angelsen, C; Kaimowitz, D. eds. Agricultural Technologies and Tropical Deforestation. Wallingford, UK, CABI. p. 1-20. s.l., s.e. s.p.

Krishnamurthy, L; Ávila, M. 1999. Agroforestería básica. Serie textos básicos para la formación ambiental No. 3. s.l., s.e. s.p.

Ledesma, LM. 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. s.l., s.e. 11-18 p.

Leon, MC; Harvey, CA. 2006. Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape. s.l., s.e. 15 p.

Lopez Carmona Miriam; Jiménez Ferrer, Guillermo; Jong, Ben de; Ochoa Gaona, Susana; Nahed Toral, J. 2001. El sistema ganadero de montaña en la región norte-tzotzil de Chiapas, México. (en línea). Veterinaria México 32(2):s.p. Consultado 5 ago. 2018. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/423/42332202/>

López Toledo, JF; Valdez Hernández, JI; Pérez Farrera, MÁ; Alcalá, C; Manuel, V. 2012. Composición y estructura arbórea de un bosque tropical estacionalmente seco en la reserva de la biosfera la Sepultura, Chiapas. (en línea). Revista mexicana de ciencias forestales 3(12):43-56. Consultado 4 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322012000400005.

Lopez, OS. 2010. Arbustos Forrajeros. México, s.e. .

Martínez-Encino, C; Villanueva-López, G; Casanova-Lugo, F. 2013. Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la Sierra de Tabasco, México. s.l., s.e. 483-496 p.

McNeely, JA; Schroth, G. 2006. Agroforestry and biodiversity conservation—traditional practices, present dynamics, and lessons for the future. s.l., s.e. 549-554 p.

Merino-Pérez, L. 2004. Conservación o Deterioro: El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en las prácticas de uso de los recursos forestales. s.l., Instituto Nacional de Ecología. s.p.

Müller, R; Larrea-Alcázar, DM; Cuéllar, S; Espinoza, S. 2014. Causas directas de la deforestación reciente (2000-2010) y modelado de dos escenarios futuros en las tierras bajas de Bolivia. s.l., s.e. 20-34 p.

Murgueitio, E. 1999. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia . San José, CR.CATIE-FAO-SIDE. , Nuestra tierra,. 219-246. p.

Murgueitio, E; Barahona, R; Chará, JD; Flores, MX; Mauricio, RM; Molina, JJ. 2015. The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry. s.l., s.e. s.p.

Murgueitio, E; Calle, Z; Uribe, F; Calle, A; Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. s.l., s.e. 1654-1663 p.

Naranjo, LG; Sánchez, MD; Rosales Méndez, M. 2003. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. s.l., s.e. s.p.

Obispo, NE; Espinoza, Y; Gil, L; Ovalles, F; Cabrera, E; Pérez, MJ. 2013. Relación De La Proporción De Sombra En El Potrero Con El Rendimiento, Calidad Del Forraje Y Ganancia Diaria De Peso En Novillos Relationship of Shade Proportion in the Pasture With Yield, Quality of Forage and Daily Weight Gain in Steers. (en línea). s.l., s.e. 531-536 p. n°XXIII. Consultado 16 ago. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/96-Relacion_sombra.pdf.

Orantes-Zebadúa, MÁ; Platas-Rosado, D; Córdova-Ávalos, V; De los Santos-Lara, M del C; Córdova-Ávalos, A. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. (en línea). Ecosistemas y recursos agropecuarios 1(1):49-58. Consultado 5 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282014000100006.

PA (Procuraduría Agraria). 2009. Glosario de términos jurídico-agrarios. México, D.F., s.e. 159 p.

Pagiola, S; Agostini, P; Gobbi, J; De Haan, C; Ibrahim, M; Murgueitio, E; Ramírez, E; Rosales, M; Ruíz, JP. 2004. Paying for biodiversity conservation services in agricultural landscapes. s.l., s.e. s.p.

Pérez, E; Richers, B; DeClerck, F; Casanoves, F; Gobbi, J; Benjamin, T. 2013. Uso y manejo de la cobertura arbórea en sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Copán, Honduras. s.l., s.e. s.p.

Pezo, D; Ibrahim, M. 1996. Sistemas Silvopastoriles: Una Opción para el Uso Sostenible de la Tierra en Sistemas Ganaderos FIRA. Veracruz, México, s.e. s.p.

Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, Bib. Orton IICA/CATIE. 258 p.

Pinto, RR. 2002. Árboles y arbustos con potencial forrajero del centro de Chiapas. s.l., Tesis de Doctorado en Ciencias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México. s.p.

Pinto-Ruiz, R; Hernández, D; ... HG-U y; 2010, U. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: usos y características nutricionales. (en línea). [scielo.org.mx](http://www.scielo.org.mx) :s.p. Consultado 4 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792010000100002&script=sci_arttext&tlng=en.

Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. 2000. s.l., s.e. s.p.

Quiroz Carranza, Antonio J; Alberto Magaña Alejandro, M. 2015. Natural resins of Mexican plant species: current and potential end-uses. (en línea). s.l., s.e. 171-183 p. n°21. Consultado 4 ago. 2018. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n3/v21n3a13.pdf>.

Ramírez, ME; Limas, EA; Ortiz, PR; Díaz, AR. 2011. Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México. s.l., s.e. 77-88 p.

Restrepo, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Harmand, JM. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 41-42: s.l., s.e. 29-36 p.

Rocha Loredó, AG; Ramírez Marcial, N; Espinosa, G. 2010. Riqueza Y Diversidad De Árboles Del Bosque Tropical Caducifolio En La Depresión Central De Chiapas. (en línea). *Bol.Soc.Bot.Méx* 87:89-103. Consultado 4 ago. 2018. Disponible en www.tropicos.org.

Rojas-Schroeder, JÁ; Sarmiento-Franco, LA; Sandoval-Castro, CA; Santos-Ricalde, RH. 2017. USE OF FOLIAGE FROM RAMON (*Brosimum alicastrum* Swarth) IN ANIMAL FEEDING. s.l., s.e. s.p.

Rubio, EES; Rodríguez, DP; Reyes, LO; Buenfil, GZ. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de bovinos. s.l., s.e. s.p.

Ruiz Alemán, F; Gómez Flores, R; Harvey, CA. 2005. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Matiguás, Nicaragua. s.l., s.e. s.p.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2014. Coeficiente de agostadero por entidad. (En línea, sitio web). Disponible en http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D2_AGRIGAN04_06&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,).

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2016. Boletín de Leche. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/B_de_Leche_abril-junio_2016.pdf.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2018. Padrón Ganadero Nacional. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en http://www.pgn.org.mx/_programs/busca-action.php.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, DRP y A. 2016. Bovino carne y leche Población ganadera 2007 - 2016. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/276006/Bovino.pdf>.

SAGARPA, (Secretaría de Agricultura, Ganadería, DRP y A. 2018. Ganadería a la mexicana. (En línea, sitio web). Disponible en <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/ganaderia-a-la-mexicana>.

Sánchez, D; López, M; Medina, A; Gómez, R; Harveys, CA; Vílchez, S; Hernández, B; López, F; Joya, M; Sinclair, F. 2001. Importancia ecológica y socioeconómica de la cobertura arbórea en un paisaje fragmentado de bosque seco de Belén, Rivas, Nicaragua. s.l., s.e. 7-22 p.

Sánchez, EP. 2006. Characterization of silvopastoral systems and their socioeconomic contribution to the livestock farmers of Copán, Honduras. s.l., s.e. s.p.

Scheelje, J. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. s.l., s.e. s.p.

Scheelje, M; Ibrahim, M; Detlefsen, G; Pomareda, C; Sepúlveda, C. 2013. Beneficios financieros del aprovechamiento maderable sostenible en sistemas silvopastoriles de Esparza, Costa Rica. s.l., s.e. s.p.

SEGOB, (SECRETARIA DE GOBERNACIÓN). 1992. Artículo 27 constitucional Reformado. (en línea). Diario Oficial de la Federación, s.l.; :s.p. Disponible en https://www.pa.gob.mx/pa/conoce/publicaciones/estadisticas_agrarias_2006/Marco_legal/por_municipios/01.pdf.

SEGOB, (SECRETARIA DE GOBERNACIÓN). 1995. Decreto, Reserva De La Biosfera La Sepultura. (En línea, sitio web). Disponible en <http://www.conanp.gob.mx/regionalesanp/fronterasur/RBLASEPULTURA.pdf> (Diario Oficial de la Federación,).

Serrano, R; Delgado, J; De, RV. 2014. Biomasa forrajera bajo diferentes densidades de cobertura arbórea en una pastura del valle cálido del Magdalena Tolimense (Colombia). (en línea). Revista Colombiana :s.p. Consultado 16 ago. 2018. Disponible en <http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/544>.

Serrano-Páez Juan, A; Salas-González, JM; Ramírez-Moreno, PP; Sagarnaga-Villegas, M. 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. (en línea). Agricultura, sociedad y desarrollo 5(2):213-230. Consultado 5 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722008000200005.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Bovino leche, Población ganadera, 2006 - 2015, Cabezas. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/165998/bovlech.pdf>.

Siles, P; Rayo, JM; Rugama, FA; Molina, L. 2014. Diversidad arbórea en cercas vivas y dos fragmentos de bosque en la comunidad de Santa Adelaida, Estelí. s.l., s.e. 60-76 p.

Somarriba, E; Domínguez, L. 2002. Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. s.l., s.e. 86-94 p.

Soto-Pinto, L; Anzueto, M; Mendoza, J; Ferrer, GJ; de Jong, B. 2010. Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. s.l., s.e. 39 p.

Souza de Abreu, M; Ibrahim, M; Harvey, C; Jimenez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Agroforestería de las Américas :s.p.

Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; Haan, C De. 2009. La larga sombra del ganado: Problemas ambientales y opciones. . FAO. Roma, Italia, s.e. 464 p.

Szott, L. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. s.l., Bib. Orton IICA/CATIE. s.p.

Tedonkeng, PE; Boukila, B; Tendonken, F; Kana, JR. 2007. Nutritive value of some grasses and leguminous tree leaves of the Central region of Africa. s.l., s.e. 273-282 p.

Tejeda Cruz, C; Montejo Arcos, C. 2009. Ganadería campesina y manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP). el caso de la colonia Felipe Ángeles en la reserva de la biosfera selva el Ocote, Chiapas, México. s.l., s.e. 167-189 p.

Trujillo, JAJ; López, CS. 2015. Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <http://monitoreoforestal.gob.mx/repositorioidigital/items/show/542>.

Utilización de Árboles y Arbustos Fijadores de Nitrógeno en Sistemas Sostenibles de Producción Animal en Suelos Ácidos Tropicales. Conferencia electrónica de la FAO sobre «Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica». 1998. s.l., s.e. s.p.

Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos. 2008. s.l., s.e. s.p.

Vásquez, A. 2010. Plan de proyecto Reserva de la biosfera la Sepultura. Chiapas, s.e. s.p.

Vázquez, I; Castillo, O. 2011. Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños Héroes Tenosique, Tabasco, México. (en línea). Polibotánica :s.p. Consultado 18 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-27682011000200003&script=sci_arttext.

Vilaboa A. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. (en línea). Tropical and Subtropical Agroecosystems 10(1):s.p. Consultado 5 ago. 2018. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/939/93911243005/>.

Villanueva Naranjo, C; Casasola Coto, F; Detlefsen Rivera, G. 2018. Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación al cambio climático y en la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica. s.l., s.e. s.p.

Villanueva, C; Ibrahim, M; Lombo, F; Pérez, N. 2013. Potencial de las leñosas forrajeras en potreros para la alimentación del ganado en la época seca. s.l., s.e. 42 p.

Zamora, S; García, J; Bonilla, G; Aguilar, H; Harvey, CA; Ibrahim, M. 2001. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. s.l., s.e. 31-38 p.

Zapata, Á; Murgueitio, E; Zuluaga, AF; Ibrahim, M; Mejía Avila, C. 2013. Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, Colombia. s.l., s.e. s.p.

Zebadúa, MÁO; Arroniz, JV; Jiménez, EO; Ávalos, VC. 2010. Comportamiento de los comercializadores de ganado bovino en la región Centro del estado de Chiapas. s.l., s.e. 51-55 p.

Zepeda Cancino, RM; Velasco Zebadúa, ME; Nahed Toral, J; Hernández Garay, A; Martínez Tinajero, JJ; Zepeda Cancino, RM; Velasco Zebadúa, ME; Nahed Toral, J; Hernández Garay, A; Martínez Tinajero, JJ. 2016. Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes. (en línea). Revista mexicana de ciencias pecuarias 7(4):471-488. Consultado 5 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000400471

4 ARTÍCULO 1. CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN GANADERA Y SU RELACIÓN CON LA COBERTURA ARBÓREA EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA SEPULTURA, CHIAPAS, MÉXICO

4.1 Introducción

La ganadería en México es una de las actividades más importantes, productiva y la forma más extensa de uso de suelo y que se practica en casi todo el territorio nacional. Su principal propósito está en la cría de animales para la generación de alimentos, considerándose la actividad de la que dependen miles de familias rurales campesinas (SAGARPA 2018).

El incremento exponencial de las áreas de pastoreo el cual está basado principalmente en el manejo de pasturas en monocultivo como principal recurso alimenticio para la producción ganadera implica grandes extensiones de pastizales para alimentar a una baja carga de animales rumiantes, y esto ha provocado grandes impactos ambientales como la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la degradación de los suelos con una tendencia hacia la reducción en la riqueza, la abundancia y la diversidad de árboles en potreros debido a la selectividad animal y al manejo que realizan los productores en sus potreros (Ruiz et al. 2005, Aryal et al. 2018). Estas actividades pecuarias en México se realizan en una gama de sistemas productivos que van desde los altamente tecnificados e integrados, hasta las de economías de tipo tradicional (FIRCO 2017).

Chiapas es uno de los estados del sureste de México con importante dinamismo en la actividad pecuaria. La ganadería bovina es una de las actividades centrales de la economía estatal y se estima un total de 64,630 unidades de producción ganaderas y una población aproximada a 3,250,485 cabezas de animales ocupando el tercer lugar de carácter nacional en población animal (SAGARPA 2018).

Las áreas naturales protegidas de México no han estado exentas de este aspecto antropológico. Existe una presión constante de la sociedad que se origina mucho más allá del ámbito local respecto de sus bosques. Específicamente, se trata de abrir nuevas áreas productivas sobre las áreas de pastizales existentes, de modo que aumente la producción de carne y leche (Merino 2004, Gómez et al. 2010).

La pérdida de cobertura arbórea debido principalmente a los problemas de deforestación trae como consecuencia un proceso muy variable de implicaciones económicas y ambientales, conocido como degradación ambiental. Las consecuencias de este fenómeno son la disminución de la capacidad productiva de los suelos, el incremento de la emisión de gases de efecto invernadero, el avance de la frontera agrícola y ganadera, la baja disponibilidad y calidad del agua y la pérdida de biodiversidad de las áreas afectadas, entre otros (Szott 2000, Naranjo et al. 2003, Guevara et al. 2011).

La cobertura arbórea cumple un rol importante para la conservación de la biodiversidad y una serie de beneficios económicos múltiples para los productores ganaderos como la madera, la leña, las frutas, los postes y el forraje para el ganado (Harvey et al. 1999, Pezo e Ibrahim 1999, Murgueitio 1999, Villanueva et al. 2018).

A pesar de que existe información sobre la distribución y beneficios del componente arbóreo presente en las unidades de producción ganadera, no se tiene suficiente información sobre el estado de la cobertura arbórea en las unidades de producción ganadera y su relación con la productividad animal. En varios estudios se indica que una mayor cobertura arbórea podría estar afectando el incremento de la respuesta productiva de las unidades de producción ganadera, debido a que altos niveles de cobertura arbórea ejercen un efecto negativo sobre la disponibilidad de biomasa forrajera (Obispo et al. 2013, Serrano et al. 2014). Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el componente arbóreo presente en las unidades de producción ganadera y su relación con los beneficios productivos en las unidades de producción ganadera de la REBISE Chiapas, México.

4.2 Materiales y métodos

4.2.1 Área de estudio

La investigación se desarrolló en cuatro municipios de Chiapas (Villaflora, Jiquipilas, Arriaga y Tonalá) que forman parte de la Reserva de la Biosfera La Sepultura y del plan operativo del proyecto BioPaSOS el cual es financiado por la Iniciativa Climática Internacional (IKI por sus siglas en alemán) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear y ejecutado en conjunto por CATIE.

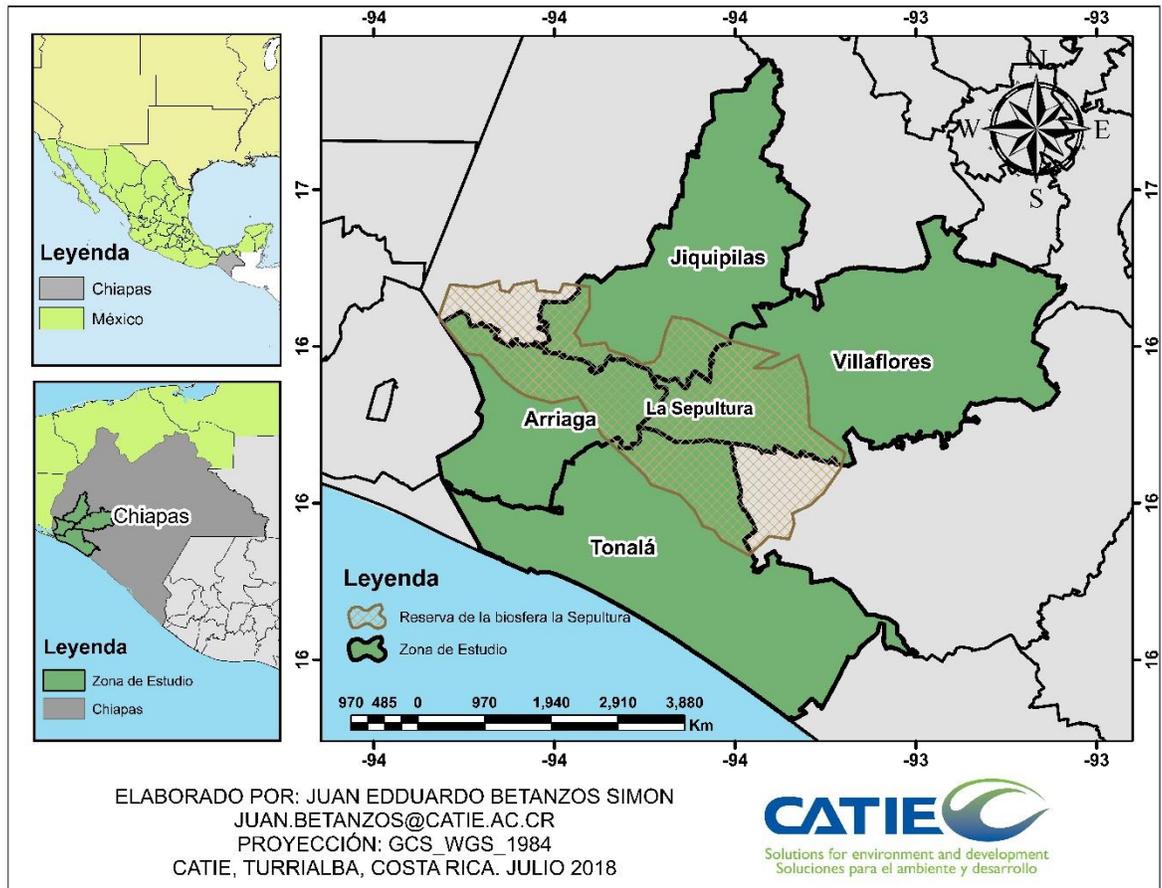


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio y de incidencia por el proyecto BioPaSOS: Reserva de la biosfera La Sepultura.

4.2.1.1 Reserva de la Biosfera La Sepultura (REBISE)

La Reserva de la Biosfera La Sepultura es una de las áreas naturales protegidas de Chiapas decretada en 1995 por el Gobierno Federal como Reserva de La Biosfera, con una superficie de 167,309.86 hectáreas, de las cuales 13,759.21 corresponden a cinco zonas núcleo ubicadas en las partes altas de la Sierra Madre que se localiza hacia los límites con el Estado de Oaxaca. La zona de amortiguamiento comprende una amplia superficie de 153,550 ha., que ha sido transformada en su mayor parte para uso agropecuario (SEGOB 1995).

Se localiza en la región suroeste del estado de Chiapas, en la porción noroeste de la Sierra Madre. Limita al norte y noreste con la Depresión Central de Chiapas, al este con cumbres de la Sierra Madre en su continuación hacia el Soconusco, al sur con la Planicie Costera del Pacífico de Chiapas y al oeste con las estribaciones de la misma Sierra Madre en su continuación hacia el estado de Oaxaca (Hernández 1995).

Comprende parte de los municipios de Arriaga, Cintalapa, Jiquipilas, Tonalá, Villacorzo y Villaflores, Chiapas. Presenta rangos altitudinales que van desde los 60 m en localidades del

municipio de Arriaga, en la vertiente del Pacífico, hasta los 2,550 msnm en el cerro Tres Picos, límite entre los municipios de Villaflores, Villacorzo y Tonalá (SEGOB 1995).

La superficie que comprende en cada uno de los municipios donde se ubica, se distribuye de la siguiente manera: Villaflores (41,827 ha); Arriaga (35,135 ha); Tonalá (25,097 ha); Jiquipilas (23,423 ha); Villacorzo (21,750 ha) y Cintalapa (20,077 ha). Las cabeceras municipales más cercanas son Arriaga y Tonalá, distantes 5 km en la porción sur y suroeste en la Planicie Costera del Estado; ambas poblaciones aglutinan a poco más de 53,000 habitantes (INEGI 1996).

Son las principales actividades productivas y de aprovechamiento de recursos naturales la ganadería bovina; agricultura de maíz, frijol y pequeñas áreas de hortalizas; el café, ubicado en las partes altas de las microcuencas de Los Amates, El Tablón y Hojas Moradas, y la extracción de productos forestales: palma camedor (*Chamaedorea elegans*) en las partes altas de las micro-regiones de El Tablón, Los Amates, Hojas Moradas, Zanatenco y Ocuilapa, y madera, principalmente, en las micro-regiones de El Tablón, Los Amates y Hojas Moradas (Vásquez 2010).

4.2.2 Selección de la muestra

El Proyecto BioPaSOS atiende a más de 114 unidades de producción ganadera en este Estado. Partiendo de este universo se determinó una muestra de 30 unidades de producción, de las cuales 18 se encuentran en Villaflores, 3 en Jiquipilas, 3 en Arriaga y 6 en Tonalá. Con la información consolidada de las 114 UPG se realizó un análisis de conglomerados para determinar una muestra representativa de la variabilidad de las características productivas de la región. Como resultado se escogieron 30 unidades de producción.

4.2.3 Metodología

4.2.3.1 Caracterización de las unidades de producción ganaderas

La caracterización detallada de las 30 unidades de producción seleccionadas se realizó por medio de entrevistas semiestructuradas. Con esta herramienta se obtuvo información general de la UPG, información de la familia, mano de obra, usos de la tierra, estructura del hato, sistema de producción, manejo de pasturas, recursos alimenticios usados con el ganado, salud, genética, reproducción, manejo del estiércol, gestión del agua, manejo y aprovechamiento de la cobertura arbórea, así como los canales de comercialización de los productos de la UPG, capacitaciones, asistencias técnica que recibe, créditos, usos de registros y principales usos del componente arbóreo. Para definir los tipos de UPG se realizó un análisis de conglomerados utilizando el método de varianza mínima de Ward y una distancia de Gower (debido a la existencia de variables cualitativas y cuantitativas). Las variables utilizadas fueron las siguientes: número de

técnicas silvopastoriles, usos del suelo, superficie de la UPG, carga animal, producción de leche año⁻¹, producción de kg de carne año⁻¹, asistencia técnica, nacimientos de terneros año⁻¹, composición del hato ganadero y fuentes de suministro de agua.

Se realizaron pruebas de comparación de medias Kruskal Wallis con la finalidad de identificar las variables cuantitativas discriminantes en la separación de grupos.

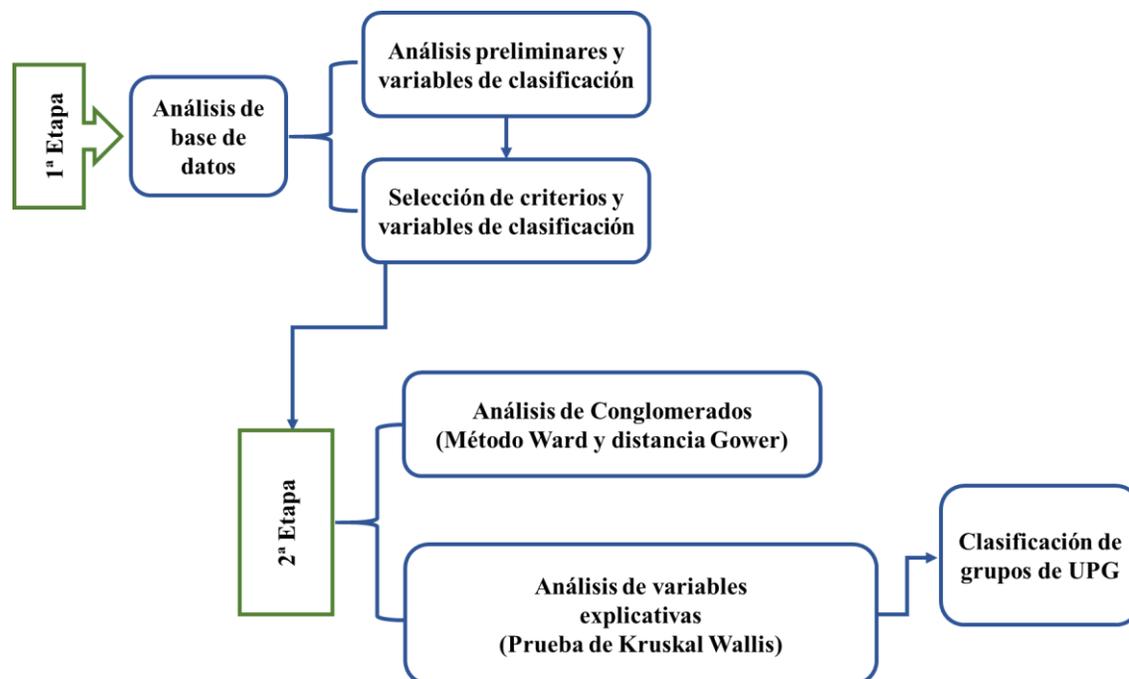


Figura 2. Esquema metodológico referente al análisis de información y clasificación de las UPG ubicadas en la REBISE.

4.2.3.2 Determinación de la composición y estructura de la cobertura arbórea

Con la finalidad de determinar la estructura y la composición de la cobertura arbórea, se realizaron inventarios forestales en cada UPG en los arreglos silvopastoriles de cercas vivas y árboles dispersos en potreros. Lo anterior mediante el establecimiento de parcelas de muestreo para la realización de un inventario forestal y de esta manera determinar la composición y estructura de la cobertura arbórea, con el fin de crear una muestra y análisis representativo de la situación actual del componente arbóreo presente en las UPG de la REBISE.

En cada parcela de muestreo establecida se verificó el área exacta (usos de superficie) o longitud (cercas vivas o linderos), en las cuales fueron identificadas por nombre común y científico todas las especies leñosas arbóreas mayores a 1.30 m de altura y un DAP mayor o igual a 10 cm. Además, se registró la información siguiente: altura comercial (m), altura total (m), diámetro de copa mayor (m), diámetro de copa menor (m), forma del árbol y sanidad del árbol.

Para el establecimiento de las unidades de muestreo (parcelas) se utilizó una metodología particular en cada tipo de arreglo SSP, considerando que las UPG muestreadas presentaron características diferentes.

Para el muestreo en pasturas con árboles dispersos en potreros se utilizó la metodología adaptada de Scheelje (2009) y Chavarría (2010), en la cual se utilizaron unidades de muestreo con un área total de 1 ha (100 m x 100 m) distribuidas de manera sistemática para determinar el número de especies presentes. El número de parcelas establecidas en cada UPG fue determinado de acuerdo con el total de área de uso de suelo dedicada a la ganadería (Cuadro 3).

Cuadro 4. Número de parcelas establecidas según el área del uso de suelo dedicada a la ganadería.

Área del SSP (ha)	No. Parcelas	Parcelas (m²)
≤ a 2	Censo	Censo
2.1 a 5	1	10,000
5.1 a 10	2	10,000
10.1 a 30	3	10,000
> 30	10% del área dedicada a la ganadería	10,000

Para el inventario forestal en cercas vivas se utilizó la metodología propuesta por Sánchez (2006) y Chavarría (2010), realizando el inventario mediante unidades de muestreo lineales (transectos lineales) para obtener una mayor precisión en el inventario. Para este tipo de arreglo SSP, se utilizaron tres segmentos de 25 metros lineales, mismos que fueron establecidos de la siguiente manera: el primero al centro de la cerca viva y los otros dos en el punto medio de cada tercio extremo de la cerca viva. Para cercas vivas con longitudes menores a 100 m, se midió toda la cerca viva.

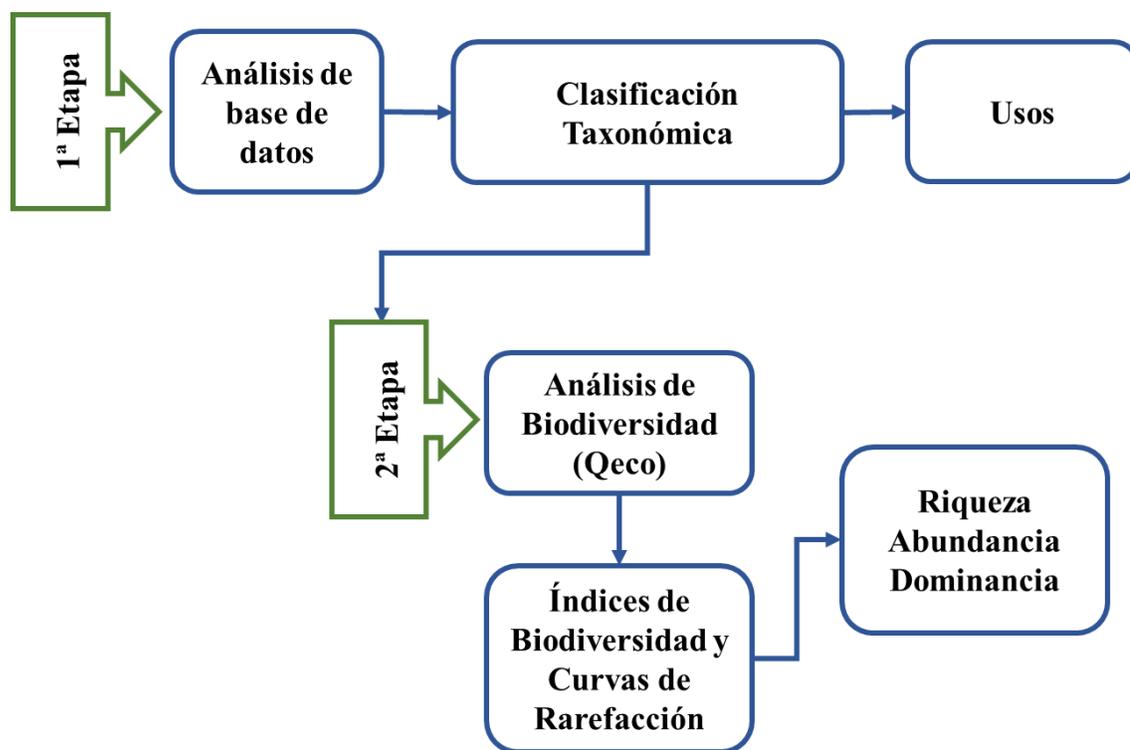


Figura 3. Esquema metodológico referente al análisis de información e índices de biodiversidad de las UPG ubicadas en la REBISE.

4.2.3.3 Relación entre la cobertura de sombra de los árboles y productividad

Para determinar el porcentaje de cobertura de sombra de los árboles en las UPG se utilizó la metodología propuesta por Somarriba y Domínguez (2002). Fueron caracterizados los árboles en potrero con diferente grado de cobertura arbórea. Esto estimando con el diámetro promedio el área $(a=(\pi/4)*d^2)$ de proyección vertical de la copa (a), ajustando el área que tapa el árbol (ao) usando el factor de oclusión (o), mismo que fue determinado con el densitómetro de punto $(ao=a*o)$, calculando el área tapada en todos los árboles en el potrero(b) expandiendo el área tapada por árbol a toda la población arbórea $(b=ao*n)$. Finalmente, para calcular el porcentaje de cobertura $(\% C=b/at*100)$, se dividió el área tapada (b) entre el área total (at).

El registro de productividad de leche $(l\ ha^{-1}\ año^{-1})$ y carne $(kg\ ha^{-1}\ año^{-1})$ e ingresos brutos obtenidos por la de leche y carne fue obtenido a través del componente biofísico y económico presente en el cuestionario de la entrevista realizada a los ganaderos.

Con la finalidad de determinar las relaciones entre la productividad de las UPG y la cobertura de sombra de los árboles, se efectuó un análisis de estadística descriptiva y se empleó un análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba LSD Fisher con un nivel de confianza de 95%. Las variables dependientes (productividad: litros de leche $ha^{-1}\ año^{-1}$ y kg de carne $ha^{-1}\ año^{-1}$), fueron transformadas a ingresos brutos $(USD\ ha^{-1}\ año^{-1})$ con la finalidad de cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Igualmente se realizaron análisis de correlación entre los grupos de variables siguientes: litros de leche $ha^{-1}\ año^{-1}$ y kg de carne ha^{-1}

año⁻¹ vs cobertura de sombra de los árboles ha⁻¹, productividad (litros de leche ha⁻¹ año⁻¹ y kilogramos de carne ha⁻¹ año⁻¹) vs riqueza de especies ha⁻¹ e ingresos brutos por venta de leche y carne vs cobertura de sombra de los árboles ha⁻¹. Los análisis estadísticos y resultados provenientes del modelo y la comparación de medias se ejecutaron con el programa InfoStat®.

4.3. Resultados y discusión

4.3.1 Tipologías de las unidades de producción ganadera

Los productores ganaderos de las UPG en la REBISE, Chiapas, presentan una escolaridad promedio de 11.8 años. Las UPG ubicadas dentro de la reserva tienen en promedio 26 animales, de las cuales 14 son vacas y de estas 9 están en producción (ordeña), el resto son vacas secas, horas o de desecho; 5 son de reemplazo divididas en becerras y novillonas, dos animales para venta de becerros y becerras y un semental en promedio. Los resultados obtenidos son similares a los indicados por Orantes et al. (2014). Los sistemas de producción identificados en la zona de estudio fueron el de doble propósito y cría de becerros para su comercialización; el sistema de doble propósito se presentó en un 70% de los hatos ganaderos de las UPG mientras que el restante (30%) a la cría de becerro para comercializar, los cuales son mercadeados cuando estos alcanzan un peso promedio de 180 kg. Los indicadores estimados demuestran que la influencia de la ganadería para la zona es de doble propósito, mismos resultados del tipo de sistema de producción fueron determinados por Vilaboa (2009) en un estudio realizado para esta región, determinando que los principales sistemas de explotación ganadera en la zona de la REBISE fue el de doble propósito, con la finalidad de obtener la producción de leche y la venta de becerros en el momento del destete en los sistemas de producción.

El 93.3% de los productores cuentan con el tipo de tenencia de terrenos ejidales, mismos que cuentan con una extensión promedio de 36.77 ha. Esta proporción de productores ejidales hace referencia a las tierras que están sujetas a un régimen especial de propiedad social en la tenencia de la tierra definidas por poseer un núcleo de población, el cual se conforma por el conjunto de las tierras, bosques y aguas de una dotación (PA 2009), y el resto de productores representan al 6.7 % del tipo de tenencia de pequeñas propiedades con extensiones promedio de 41.50 ha. Este tipo de tenencia de la tierra hace referencia a los individuos con extensiones de tierras que no excedan a más de cien hectáreas de riego o humedad de primera o sus equivalentes en otras clases de tierras (SEGOB 1992). El promedio general de las tierras para los productores pertenecientes a la región ganadera dentro de la REBISE es de 37.08 ha. Los productos generados en el sistema de doble propósito son leche y becerros al destete, y los productores de esta zona venden sus becerros en época de lluvia a un precio de \$ 2.12 USD¹ kg⁻¹ y en época de seca a \$1.98 USD kg⁻¹. La producción promedio de leche por UPG es de 55.9 litros día⁻¹ para la época de lluvia, mientras que para la época de seca disminuye a 22.9 litros día⁻¹. Los precios de venta de leche oscilan entre los \$0.21 USD l⁻¹ y \$0.32 USD l⁻¹ dependiendo de la época de

¹ Tipo de cambio promedio de 2017: \$18.92 MXN. obtenido de <http://www.banxico.org.mx/>

producción (Cuadro 5). Asimismo los resultados en la región de la REBISE, Chiapas, son similares a los reportados por Serrano et al. (2008).

Cuadro 5. Características socioeconómicas de las unidades de producción ganadera (UPG).

Variables	Media
Escolaridad (años)	11.8±6
Superficie total (ha)	37.08±25.26
Tierras ejidales (ha)	36.77±26.06
Pequeña propiedad (ha)	41.50±9.19
Superficie ganadera (ha)	24.92±17.97
Hato total (No)	26.46±20.39
Producción diaria de leche en época de seca (l)	22.9±12
Producción diaria de leche en época de lluvia (l)	55.9±22
Precio de venta de leche en época de lluvia (\$USD l ⁻¹)	0.21±0.04
Precio de venta de leche en época de seca (\$USD l ⁻¹)	0.32±0.05
Precio de venta en pie en época de lluvia (\$USD kg ⁻¹)	2.12±0.26
Precio de venta en pie en época de seca (\$USD kg ⁻¹)	1.98±0.48

De acuerdo con el análisis de conglomerados, se encontró que existen dos grupos de UPG bien diferenciados, con lo cual es el área dedicada a la ganadería, tecnologías SSP y el porcentaje de área de árboles dispersos en potreros y bosques conservados, los factores diferenciadores entre los dos grupos; a las cuales a partir de ahora serán denominadas UPG innovadoras (UPGI) y tradicionales (UPGT) diferenciadas de acuerdo con el análisis realizado (Figura 4).

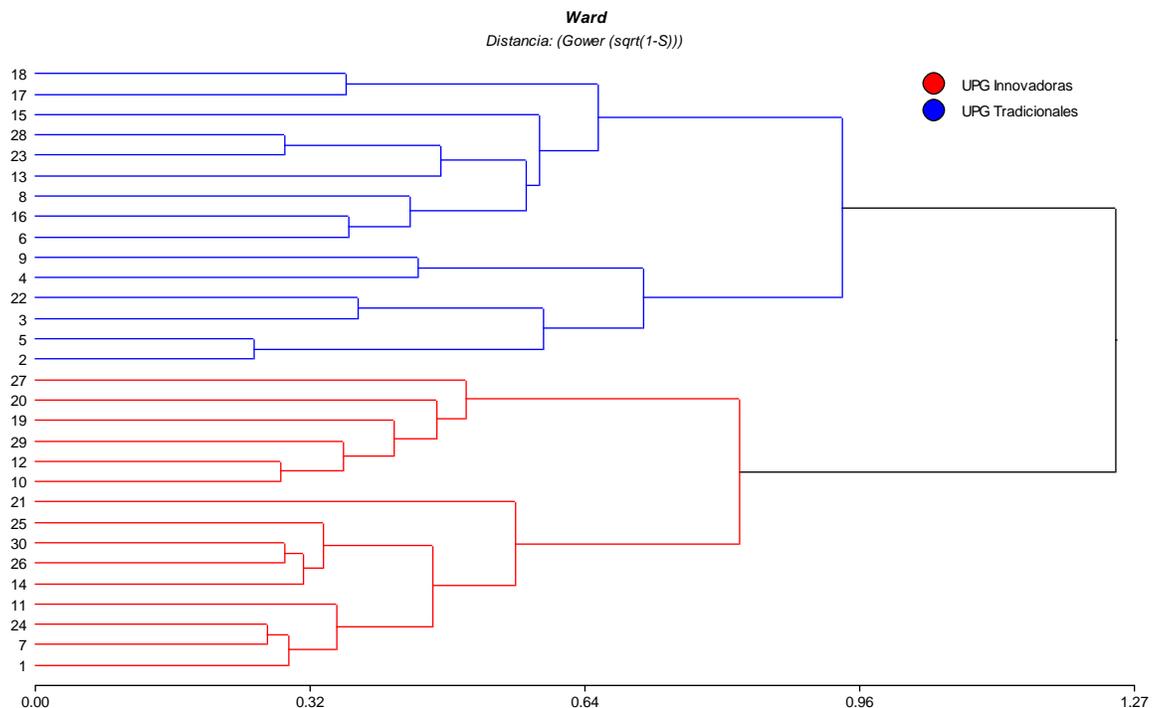


Figura 4 Dendrograma tipificación de unidades de producción ganadera: innovadoras (n=15) y tradicionales (n=15) en la REBISE, Chiapas.

Del total de las UPG entrevistadas el 50% corresponden al grupo de unidades de producción ganaderas innovadoras (UPGI) y el 50% restante son unidades de producción ganaderas tradicionales (UPGT). Las UPGI cuentan con mayor número de tecnologías silvopastoriles implementadas (árboles dispersos en los potreros, cercas vivas, bosques secundarios, bancos forrajeros, bosques ribereños), poseen una mayor superficie dedicada a la ganadería 34.69 ha en promedio, con mayores áreas de pasturas con árboles dispersos en los potreros y mayor número de nacimientos de terneros año⁻¹ así como una mayor producción promedio de leche ha⁻¹ año⁻¹:

En el 2014, un estudio reportó 0.55 UA ha⁻¹ para las UPG (SAGARPA 2014), sin embargo, los resultados de este estudio muestran valores superiores (0.90 y 1.67 UA ha⁻¹ en UPGI y UPGT respectivamente) en la REBISE. Aunque Aguilar et al. (2012) encontraron 0.78 y 2.50 UA ha⁻¹ en la misma zona. Así mismo, otros estudios desarrollados por Tejeda (2009) y Aguilar et al. (2012) en una reserva vecina (reserva de la biosfera el Ocote Chiapas), registraron cargas animales de 0.5 y 1.34 UA ha⁻¹, y estos resultados se deben a que las UPGI presentaron un mayor número de unidades animales, en promedio 27.58 UA, mientras que las UPGT 16.98 UA en promedio. Las UPGT cuentan con menor número de tecnologías silvopastoriles y una menor superficie la cual es destinada para la ganadería 15.17 ha en promedio, con un promedio menor de pasturas con árboles dispersos en los potreros, con bajos niveles productivos, pero poseen una mayor área de bosque conservado, 50.46 ha en promedio.

Para confirmar los contrastes de las variables que puntualizan el tipo de unidades de producción ganadera dentro de los grupos definidos, se realizaron pruebas de comparación de medias Kruskal Wallis. Se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre el número de tecnologías silvopastoriles, área dedicada a la ganadería, porcentaje de área de pasturas con árboles dispersos, porcentaje de área de bosques conservados, número de nacimientos de terneros año⁻¹ y la producción de leche ha⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resumen de variables que marcan las diferencias de las unidades de producción ganadera en la REBISE, Chiapas.

VARIABLE	UPGI	UPGT	H	P
Tecnologías silvopastoriles (No)	5.60±0.2350a	4.60±0.2737b	6.06	0.0095
Área dedicada a la ganadería (ha)	34.69±4.6502a	15.17±3.0597b	10.2	0.0014
Pastoreo en árboles dispersos (%)	68.73±6.1813a	41.34±5.6649b	8.8	0.0030
Área de bosque conservado (%)	7.10±2.4503b	50.46±6.0160a	16.19	0.0001
Nacimientos (terneros año ⁻¹)	7.40±2.2618b	0.87±0.6378a	7.05	0.0027
Producción de leche (l año ⁻¹)	14150.00±5031.3798a	2310.00±1283.7649b	4.05	0.0262

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los resultados de los indicadores que definen las tipologías fueron similares con los datos obtenidos por Serrano et al. (2008), Orantes et al. (2014) y Cuevas et al. (2016) quienes encontraron que el área dedicada a la ganadería es de 26.2±41.93 y 26.9±16.00 ha. El área dedicada a la ganadería para unidades de producción ganaderas innovadoras fue mucho mayor al área de las tradicionales observando diferencias significativas en algunos parámetros de manejo de la unidad de producción. Respecto del régimen de pastoreo en los potreros de la zona se determinó extensivo o libre en ambos tipos como lo menciona Orantes et al. (2014). Las

UPGI mantienen un mayor número de tecnologías silvopastoriles (árboles dispersos en los potreros, cercas vivas, bosques secundarios, bancos forrajeros, bosques ribereños) en comparación con las tradicionales, por lo cual son diferentes significativamente. Zepeda et al. (2016) encontró que conforme incrementa la escolaridad de los productores la adopción de las técnicas silvopastoriles es mayor lo cual coincide con los resultados obtenidos.

Para los usos de suelos en los dos grupos de productores no se observaron similitudes en el uso del suelo; sin embargo, se observa una mayor tendencia en el uso de suelo de pasturas con árboles dispersos en los potreros para los dos grupos; así mismo, los resultados encontrados son similares a los reportados por Grande et al. (2009), e Ibrahim et al. (2013). Las unidades de producción ganaderas tradicionales presentan un mayor porcentaje de área bajo uso de bosque conservado, en el cual en temporadas de estiaje ingresan en algunas ocasiones los animales a pastorear. Mismo que coincide con lo señalado por López (2001). Las UPGT conservan mayores áreas de bosques y cultivan granos básicos, esto significa que buscan una mayor diversificación para la generación de ingresos o seguridad alimentaria y nutricional (figura 5).

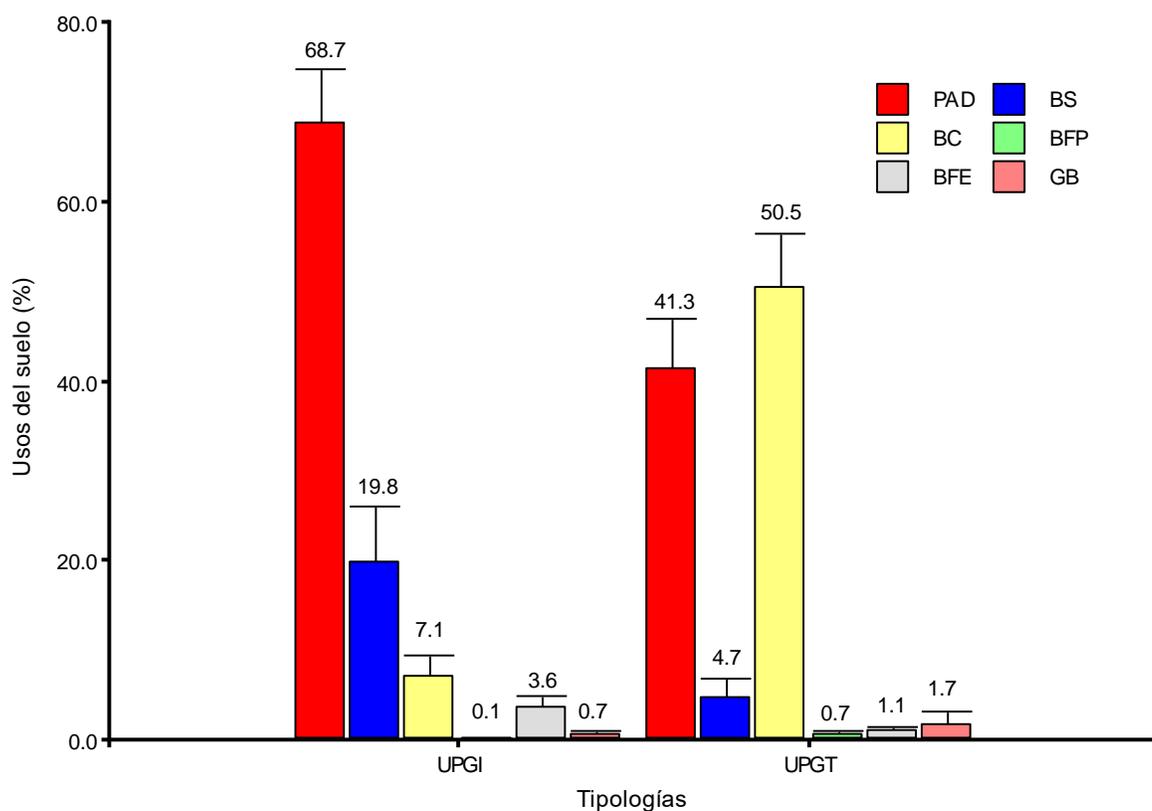


Figura 5. Usos de suelo en las UPG: PAD (pastoreo en árboles dispersos), BS (bosque secundario), BC (bosque conservado), BFP (banco forrajero proteico), BFE (banco forrajero energético), GB (granos básicos).

4.3.2 Composición y estructura de la cobertura de sombra de los árboles en las unidades de producción ganadera.

Se censaron un total de 3339 árboles pertenecientes a 80 especies y 36 familias taxonómicas en las 30 unidades de producción ganadera lo cual es similar con lo reportado por López et al. (2012) quien reporta 83 especies para la zona de la REBISE. Del total de árboles, el 92.99 % se registraron en árboles dispersos en los potreros y el restante 7.01 % se encontraron en las cercas vivas. En general, la densidad determinada de árboles ha⁻¹ en las UPG fue de 34.9 en promedio; mientras que para las cercas vivas fue de 117 árboles km⁻¹. Por otra parte, las UPGI registraron una densidad de 36.3 árboles ha⁻¹ y para las cercas vivas 101 árboles km⁻¹; mientras que las UPGT 32.8 árboles ha⁻¹ y 141 árboles km⁻¹ para las cercas vivas. El mayor registro de árboles en las unidades de producción ganadera fue de 385 individuos y el menor número de registros de individuos en las UPG fue de 7, con un promedio de 104 individuos por unidad de producción ganadera.

En lo que respecta a las variables evaluadas en los árboles, se encontró que la media de la altura total de los árboles fue de 8.71 m y un área de copa de 53.58 m² (Cuadro 7); sin embargo, se registraron árboles con diámetros de copas grandes, (32.62% de los individuos censados) que pertenecen a las siguientes especies: *Enterolobium cyclocarpum* (2.27%), *Ficus glabrata* (2.45%), *Coccoloba uvifera* (4.1%) y *Quercus peduncularis* (23.8%). Estas especies reflejaron una significativa área de cobertura, lo que se traduce en una mayor área de sombra.

Cuadro 7. Descripción de la composición arbórea en las 30 unidades de producción ganadera en la REBISE, Chiapas.

Variables	Valores
Árboles censados	3339
Número de especies registradas	80
Altura total promedio (m)	8.71
Altura del fuste promedio (m)	4.70
Diámetro promedio de copa (m)	7.38
Área de copa (m ²)	53.15
DAP promedio (1.30 m)	27.64

Según el análisis de diversidad con base en los números de Hill ponderado al número de individuos, la riqueza de especies y la diversidad según el índice de Shannon, se encontró que existen diferencias significativas entre los usos de suelo de árboles dispersos *versus* cercas vivas. Es el uso de árboles dispersos el que presentó mayor diversidad de especies. La riqueza real estimada en árboles dispersos en potreros es de 93.28 ±7.79 especies; mientras que en cercas vivas es de 35.10 ± 6.05 especies. La diversidad de Shannon real estimada para árboles dispersos en potreros es de 27.41±0.74 contra 16.02±1.22 de cercas vivas. A medida que se consideran las especies más comunes (índice inverso de Simpson) no encuentra diferencia significativa, estimando una diversidad de 12.07±0.5 y 9.95±0.89 para ADP y CV, respectivamente (Figura 6).

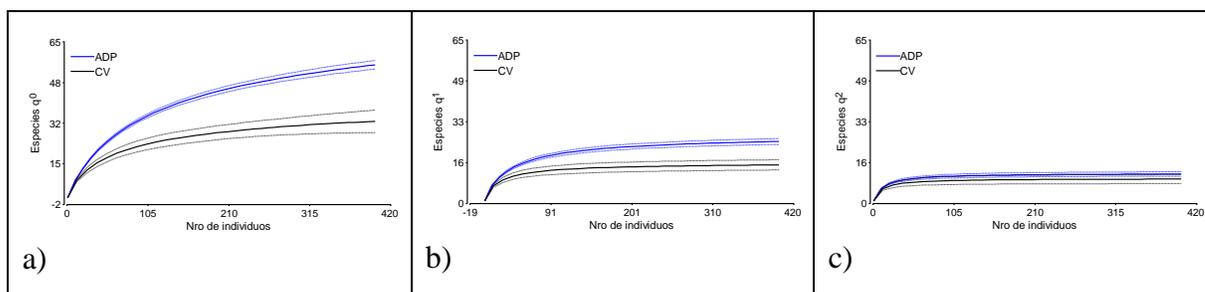


Figura 6. Curvas de acumulación de especies basadas en los números de Hill. a)= q^0 (Riqueza de especies), b)= q^1 (Shannon Weaber), c)= q^2 (Simpson).

La diversidad de árboles en los sistemas varía según las tipologías. Las curvas basadas en los números de Hill ponderado al número de individuos, muestra que la riqueza es significativamente mayor en árboles dispersos en potreros que en cercas vivas. La diversidad de árboles, según Shannon, indica que existe mayor diversidad en árboles dispersos en potreros en UPGI que en el resto de los sistemas combinado con tipologías; para el caso de las cercas vivas en sistemas innovadores y árboles dispersos en sistemas tradicionales no difieren en la diversidad de árboles, pues son más diversos que las cercas vivas tradicionales. Cuando se consideran las especies dominantes en árboles dispersos en potreros y cercas vivas en sistemas innovadores son más diversas que los sistemas tradicionales; a su vez los árboles dispersos en sistemas tradicionales son más diversos que las cercas vivas (Figura 7).

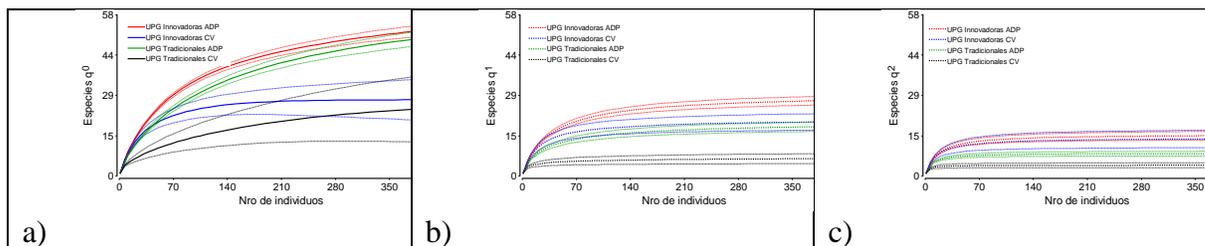


Figura 7. Curvas de acumulación de especies por tipologías basadas en los números de Hill. a)= q^0 (Riqueza de especies), b)= q^1 (Shannon Weaber), c)= q^2 (Simpson).

4.3.3 Distribución de individuos por clases diamétricas

Los individuos de las 80 especies registradas en las UPG de la REBISE fueron clasificados en clases diamétricas. La clase diamétrica con el mayor número de individuos tienen un diámetro a la altura del pecho >10 cm, pero <19.9 cm (1411 individuos), lo que representa el 42.25% del total de los individuos de las especies inventariadas. Sin embargo, la cantidad de individuos disminuye en la medida como el diámetro a la altura del pecho se incrementa (Figura 8). Los datos obtenidos con las clases diamétricas en la UPG de la REBISE coinciden con los de Vázquez y Castillo (2011), quienes determinaron en un estudio realizado en una selva en Tabasco la dominancia de especies con un DAP < 20 cm, y las clases diamétricas determinadas en la REBISE indican que la vegetación se encuentra en diferentes etapas de sucesión y

regeneración natural, esto como una medida de adopción y mitigación al cambio climático, lo cual contribuye a la conservación de la biodiversidad y generación de servicios ecosistémicos.

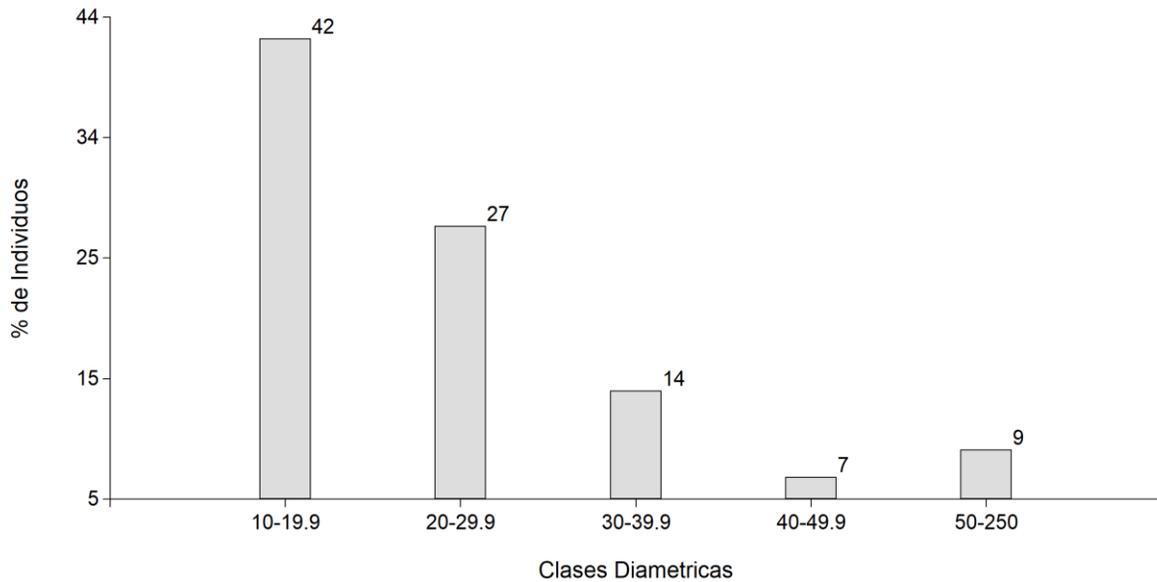


Figura 8. Distribución del número de individuos por clases diamétricas (N=3339) para los árboles presentes en las unidades de producción ganadera en la REBISE, Chiapas.

4.3.4 Especies arbóreas más abundantes en las unidades de producción ganadera

Las especies de mayor abundancia (Figura 9) en las 30 unidades de producción ganadera representan el 60.49% del total de los árboles del inventario (3339 individuos). Son las siguientes especies las más dominantes según el total de árboles: *Quercus peduncularis* (795 árboles), *Pinus oocarpa* (319), *Faramaea occidentalis* (173), *Guazuma ulmifolia* (165), *Coccoloba uvifera* (137), *Inga spp.* (102), *Gliricidia sepium* (94), *Ficus glabrata* (82), *Tabebuia donnell-smithii* (77) y *Enterolobium cyclocarpum* (76 individuos). Este registro y dominancia de especies es similar a los reportados por Pinto et al. (2010), Rocha et al. (2010) y Aryal et al. (2018), quienes realizaron evaluaciones en diferentes sitios de los municipios que comprenden la reserva de la biosfera La Sepultura ya que encontraron especies similares en los estudios realizados por estos autores. Sin embargo, las especies dominantes en los dos usos de suelos evaluados (cercas vivas y árboles dispersos en potreros) difirieron tanto en las especies como en dominancia (Cuadro 8).

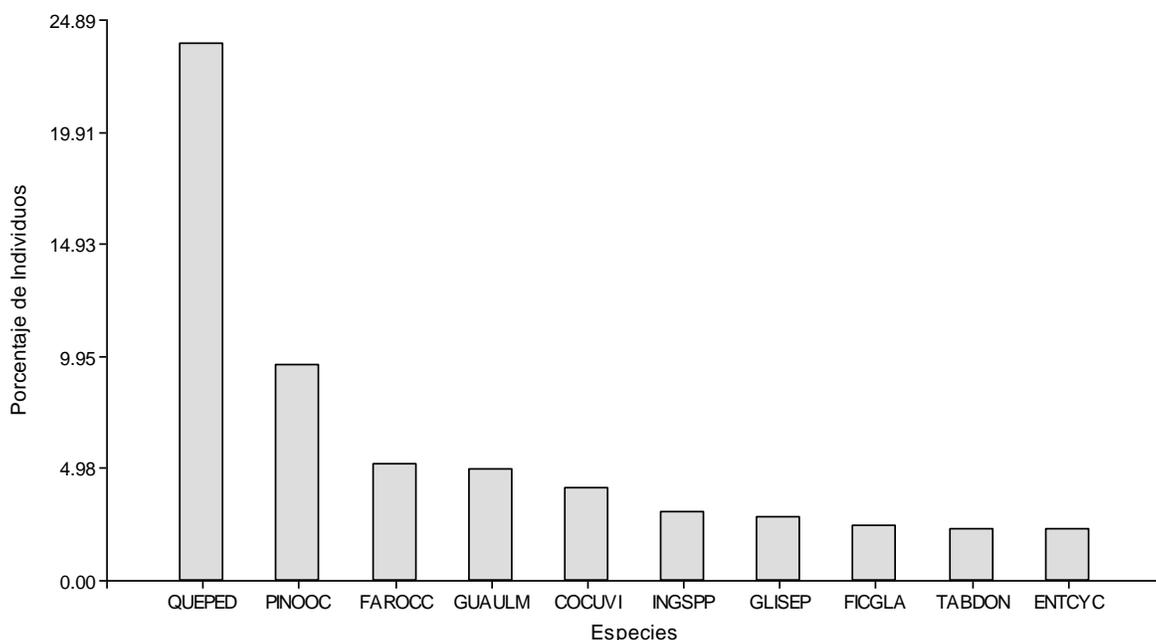


Figura 9. Las 10 especies arbóreas con mayor abundancia en CV y ADP ($n=2020$) en las unidades de producción ganadera de la REBISE, Chiapas ($N=3339$).

Cuadro 8. Especies dominantes (%) en los usos de suelos evaluados en la REBISE

ADP		CV	
Especie	%	Especie	%
<i>Quercus peduncularis</i>	24.15	<i>Gliricidia sepium</i>	19.23
<i>Pinus oocarpa</i>	10.14	<i>Quercus peduncularis</i>	19.23
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5.02	<i>Daphnopsis americana</i>	11.11
<i>Faramea occidentalis</i>	4.93	<i>Faramea occidentalis</i>	8.55
<i>Coccoloba uvifera</i>	4.22	<i>Pithecellobium dulce</i>	4.27
<i>Inga sp</i>	3.29	<i>Guazuma ulmifolia</i>	3.85
<i>Ficus glabrata</i>	2.61	<i>Erythrina sp</i>	3.85
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	2.45	<i>Annona squamosa</i>	3.85
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2.29	<i>Coccoloba uvifera</i>	2.56
<i>Diphysa robinioides</i>	2.22	<i>Cedrela odorata</i>	2.56

ADP: árboles dispersos en potreros, CV: cercas vivas

Las especies de mayor abundancia encontradas para las dos tipologías de UPG mostraron que las especies más abundantes fueron distintas (Cuadro 9); no obstante, cinco especies coincidieron en ambos SSP identificados en la REBISE (*Q. peduncularis*, *P. oocarpa*, *F. occidentalis*, *G. ulmifolia* y *E. cyclocarpum*), lo cual es un indicador de que estas especies han crecido de forma natural, o en algunos casos cultivadas para su aprovechamiento (Gómez et al. 2013). En las unidades de producción ganadera innovadoras según el número total de individuos fueron dominados por *Quercus peduncularis* (401), *Pinus oocarpa* (166), *Coccoloba uvifera* (131), *Guazuma ulmifolia* (90), *Faramea occidentalis* (84), *Tabebuia donnell-smithii* (58), *Enterolobium cyclocarpum* (52), *Diphysa robinioides* (52), *Daphnopsis americana* (47), *Platymiscium dimorphandrum* (47); mientras que para las unidades de producción ganadera

tradicionales fueron: *Quercus peduncularis* (394), *Pinus oocarpa* (153), *Faramea occidentalis* (89), *Guazuma ulmifolia* (75), *Inga spp* (57), *Gliricidia sepium* (49), *Ficus glabrata* (44), *Cedrela odorata* (34), *Enterolobium cyclocarpum* (24), *Heliocarpus americanus* (23). Las preferencias de la selección de estas especies por parte de los productores son debido a los usos y servicios que proveen.

Cuadro 9. Especies arbóreas con mayor abundancia (%) por tipologías de UPG

UPGI*		UPGT**	
Especie	%	Especie	%
<i>Quercus peduncularis</i>	12.01	<i>Quercus peduncularis</i>	11.80
<i>Pinus oocarpa</i>	4.97	<i>Pinus oocarpa</i>	4.58
<i>Coccoloba uvifera</i>	3.92	<i>Faramea occidentalis</i>	2.67
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.70	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.25
<i>Faramea occidentalis</i>	2.52	<i>Inga spp</i>	1.71
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	1.74	<i>Gliricidia sepium</i>	1.47
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1.56	<i>Ficus glabrata</i>	1.32
<i>Diphysa robinoides</i>	1.56	<i>Cedrela odorata</i>	1.02
<i>Daphnopsis americana</i>	1.41	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.72
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	1.41	<i>Heliocarpus americanus</i>	0.69

*n=1228 **n=942

4.3.5 Principales usos potenciales para las especies arbóreas

Se determinaron los principales usos de los árboles dispersos en potrero y cercas vivas encontrados dentro de la zona de estudio, y se estimó entonces que el 87.5% de los árboles cumplen la función de la provisión de sombra en el sistema; mientras que el 56.25% de los árboles encontrados son considerados de uso maderable lo cual coincide por lo reportado por Pinto et al. (2010) en la zona, pues el 52.5% son utilizados para la extracción de leña, el 20% para la producción de forraje y el 5% para la extracción de resina como lo reportan Quiroz y Magaña (2015) para el estado de Chiapas (Cuadro 10.).

Cuadro 10. Principales usos potenciales para las especies de árboles dispersos en potreros y cercas vivas registradas en las unidades de producción ganaderas en la REBISE, Chiapas.

Usos potenciales	Especies (No.)	Porcentaje del total de especies (n=80)
Sombra	70	87.5
Madera	45	56.25
Leña	42	52.5
Forraje	16	20
Resina	4	5

En el Cuadro 11 se indican las especies arbóreas dominantes y los usos potenciales según la percepción de los productores. Principalmente especies que proporcionan sombra, madera y leña como *Quercus peduncularis*, *Pinus oocarpa*, *Faramea occidentalis* y árboles que proporcionan Forraje: *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Ficus glabrata* y *Enterolobium cyclocarpum*. Los principales usos de las especies dominantes encontradas en este trabajo fueron los mismos a estudios reportados por otros autores para las regiones del estado de Chiapas y las regiones tropicales de México, los cuales indican que la principal función de tener las especies arbóreas dentro de las UPG es la provisión de sombra, y es de suma importancia para generar mejores condiciones de temperatura o microclimas durante el pastoreo de los animales. En este mismo contexto, los productores ganaderos buscan especies arbóreas multifuncionales para la obtención de bienes y servicios que estas puedan ofrecer en el sistema de producción (Febles y Ruiz 2008, Ferrer 2010, Pinto et al. 2010).

Cuadro 11. Principales usos de las diez especies dominantes en las UPG en la REBISE

Especie	Usos Potenciales				
	Sombra	Madera	Leña	Forraje	Resina
<i>Quercus peduncularis</i>	X	X	X	--	--
<i>Pinus oocarpa</i>	X	X	X	--	X
<i>Faramea occidentalis</i>	X	X	X	--	--
<i>Guazuma ulmifolia</i>	X	--	X	X	--
<i>Coccoloba uvifera</i>	X	--	X	--	--
<i>Inga sp</i>	X	--	X	--	--
<i>Gliricidia sepium</i>	X	X	X	X	--
<i>Ficus glabrata</i>	X	--	--	X	--
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	X	X	X	--	--
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X	X	X	X	--

4.3.4 Cobertura de sombra de los árboles en las unidades de producción ganaderas

La cobertura de sombra de los árboles media en las unidades de producción ganadera de la REBISE fue de 11.56 %; sin embargo, se identificó una UPG con una cobertura de 35.79%, lo cual indica que existen sistemas de producción los cuales son manejados con alta cobertura. Por otra parte, se identificó una UPG con la cobertura más baja registrada para este estudio 0.88% de cobertura (Figura10.), indicador de un sistema de producción convencional con tendencia de manejo de monocultivo de praderas o áreas de pastoreo (Murgueitio et al. 2015).

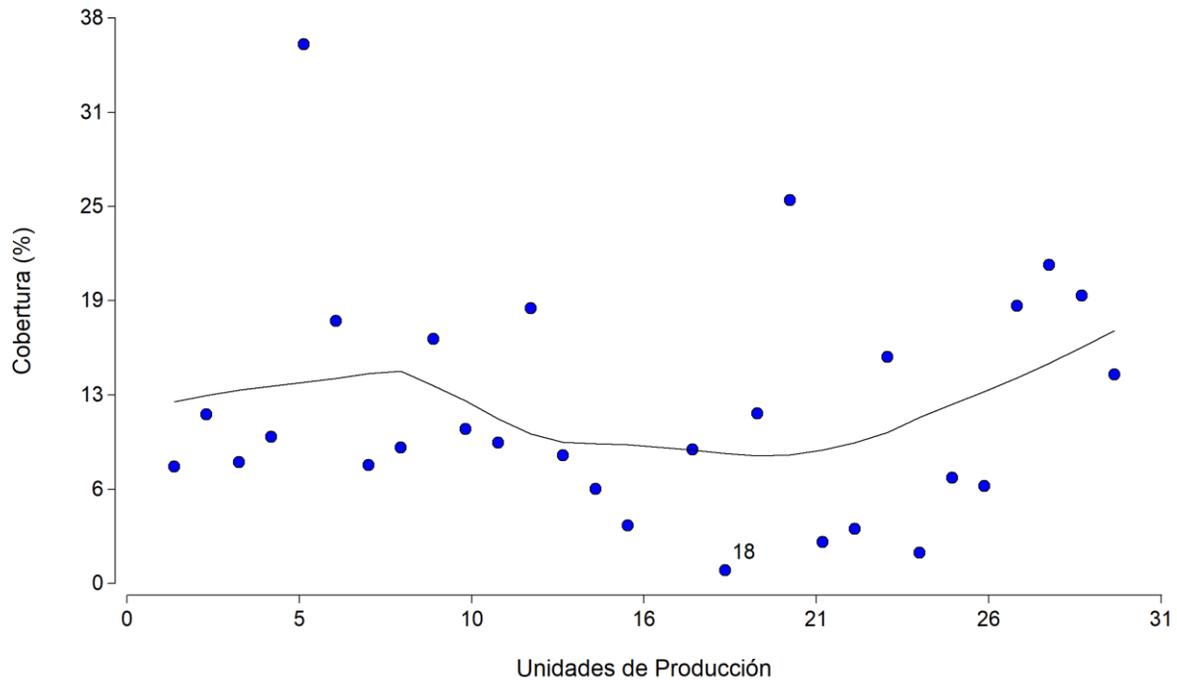


Figura 10. Cobertura de sombra de los árboles en las UPG de la REBISE

En unidades de producción ganadera innovadoras la media de cobertura de sombra de los árboles fue de 11.08 % y en las tradicionales de 12.10 % de cobertura, determinando que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las dos tipologías de UPG de la REBISE (Figura 11.). Los resultados son similares a los encontrados por Restrepo et al. (2004), en un estudio realizado en zonas del trópico seco de Costa Rica. Dichos autores encontraron en las unidades de producción ganadera con intensificación alta y baja una cobertura promedio en potreros de 15.95 y 25.53 respectivamente.

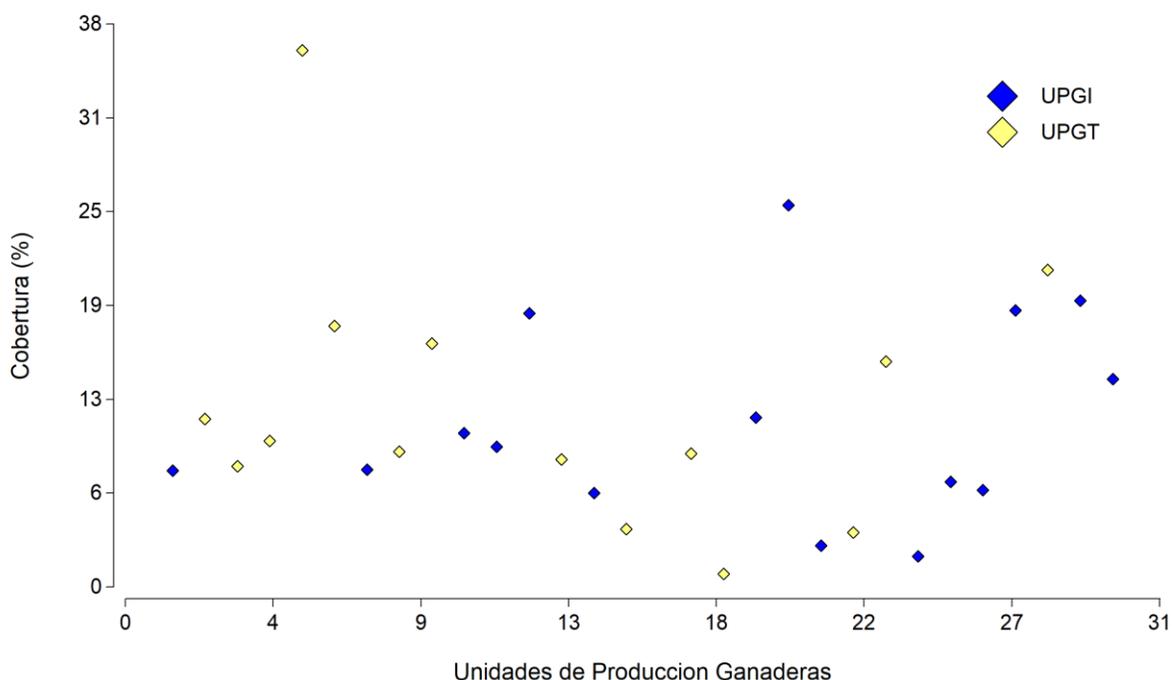


Figura 11. Cobertura de sombra de los árboles por tipologías de UPG de la REBISE

4.3.5 Relación entre la cobertura de sombra de los árboles e ingresos de la productividad

La disponibilidad de árboles en un potrero genera múltiples beneficios en una unidad de producción ganadera; sin embargo, según el Cuadro 12, estadísticamente no existe evidencia suficiente para afirmar que hay sinergia entre la diversidad y cobertura de sombra de los árboles con la producción de leche, carne e ingresos brutos, sin tomar en cuenta variables ambientales, climáticas, genéticas, nutrición, manejo y sanidad que pueden inferir significativamente en los resultados obtenidos. A pesar de esto, en la Figura 12 se aprecia que algunas UPG presentan alta cobertura de sombra de los árboles con mayores ingresos (señaladas con círculo rojo). Dichas unidades de producción coinciden con lo mencionado por Betancourt et al. (2003), en donde reflejan que las vacas que se encontraban pastoreando en potreros de alta cobertura de sombra de los árboles tuvieron en promedio un 29% más de producción de leche que las vacas en los potreros con baja cobertura de sombra de los árboles. Por otra parte, Souza de Abreu et al. (2000), mostró que las vacas que se encontraban en sistemas silvopastoriles produjeron más leche (>15%) como efecto de un mayor bienestar relacionado con el estrés calórico. La productividad e ingresos es producto de algunas variables (suelo, humedad, pasto, suplementación alimenticia, genética, salud, otras.), y no solamente de la cobertura arbórea. Sin embargo, es importante destacar que la cobertura arbórea bien manejada (composición, distribución espacial y manejo silvicultural) puede ofrecer bienes y servicios adicionales a las UPG y no constituir una barrera que afecte la productividad – ingresos de la actividad ganadera. Ese es el ejemplo de las fincas dentro del círculo rojo en la Figura 12. Ello significa que es necesario conocer con más detalles el diseño y manejo del componente suelo, pastos, ganado, agua y cobertura arbórea de dichas UPG. Asimismo, sistematizar la experiencia para promover

investigaciones de mejoramiento de los diseños de fincas y/o difusión del conocimiento y experiencias dentro del sector ganadero.

Cuadro 12. Relación de la diversidad de árboles y cobertura de sombra de los árboles con la productividad.

	USD		Leche (L año ⁻¹)		Carne (kg año ⁻¹)	
H ⁰	F	p	F	p	F	p
Cobertura	0.96	0.336	1.43	0.242	0.33	0.573
	2.72	0.110	1.51	0.228	0.02	0.892

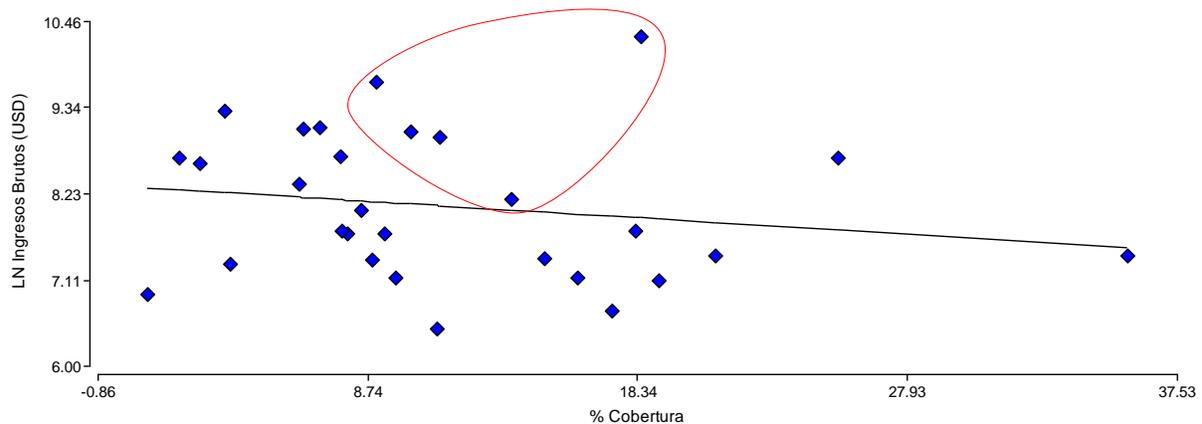


Figura 12. Relación de la cobertura de sombra de los árboles e ingresos brutos por venta de leche y carne año (USD UPG⁻¹ año⁻¹) en las UPG de la REBISE

4.4 Conclusiones generales

- En la zona de los municipios de Villaflores, Jiquipilas, Arriaga y Tonalá pertenecientes a la reserva de la biosfera La Sepultura, existen 2 tipos de unidades de producción ganadera, y se pueden agrupar en dos grandes categorías: Unidades de producción ganaderas innovadoras, y tradicionales, ello si se consideran las variables de número de tecnologías silvopastoriles, área dedicada a la ganadería, porcentaje de usos de suelos, nacimiento de terneros años⁻¹ y producción de leche ha⁻¹ año⁻¹. El 73.33% de las UPG tienen un enfoque de producción de doble propósito, en donde el principal producto generador de ingresos es

la leche y como producto secundario la venta del becerro, que es destinado para el engorde principalmente. Por otra parte, el 26.66% de las UPG se dedican única y exclusivamente a la cría de becerros para su comercialización.

- La diversidad y abundancia de las especies arbóreas utilizadas como árboles dispersos y cercas vivas en las unidades de producción dependen principalmente de los beneficios percibidos por los productores, especies provenientes principalmente de la regeneración natural y del bosque nativo de la REBISE. Las especies que predominan son pocas, no obstante, estas conforman el 60.5% de la muestra. La presencia de árboles en el sistema de cerca viva fue relativamente bajo, y son cinco especies las más dominantes: (*Quercus peduncularis*, *Gliricidia sepium*, *Daphnopsis americana* y *Faramaea occidentalis*) lo cual representa el 4.37% de la muestra de las especies inventariadas, esto debido al uso de especies como es el caso del piñón (*Jatropha curcas*) el que no alcanzó el DAP >10cm por lo cual no fue considerado en el inventario, mismo que es utilizado como cerco vivo y estuvo presente en la mayoría de las cercas vivas de las UPG. La clase diamétrica que mayor presencia tuvo (10-19.9 cm), la cual representa árboles jóvenes e indican que la vegetación se encuentra en un estado de regeneración; pero luego las clases declinan a un menor número de individuos debido principalmente al aprovechamiento forestal que estas han tenido por parte de los productores con fines de extracción de madera principalmente.
- La relación de cobertura de sombra de los árboles e ingresos no presentaron relación significativa. La variable dependiente ingresos de la UPG depende de algunas variables como clima, suelo, disponibilidad y calidad de la dieta base (generalmente pasto y forrajes), genética, nutrición y sanidad de las unidades de producción ganadera. Sin embargo, en este estudio se identificaron experiencias de diseños de unidades de producción ganadera que presentan una sinergia entre alta cobertura de sombra de los árboles y altos ingresos por productos ganaderos como leche y carne. Esto muestra que las UPG pueden lograr niveles importantes de productividad – ingresos por productos ganaderos y al mismo tiempo tener y manejar una alta cobertura arbórea, o en otras palabras, producir conservando.

4.5 Recomendaciones

Es necesario realizar estudios integrales y el establecimiento de una red de UPG pilotos para el monitoreo de larga duración para determinar, ajustar y mejorar los indicadores que permitan cuantificar en las UPG los parámetros productivos, económicos y ambientales y evaluar la sostenibilidad de los sistemas de producción ganadera.

Se debe capacitar a los productores en temas de educación financiera, así como también sobre el uso de registros económicos, reproductivos y sanitarios para tener un mejor control que permita demostrar la relevancia de los sistemas silvopastoriles, mediante el adecuado proceso de aprovechamiento forestal de árboles dispersos y se demuestre la importancia de la forestería en SSP,

mediante la generación de información científico relevante en cada una de las actividades que se realizan.

En estos estudios se deben considerar los árboles en otros usos, como bosques conservados y bosques riparios para tener un panorama completo sobre dónde el productor decide tener los árboles en unidad de producción. Además, faltan estudios para conocer el aporte de los árboles en usos productivos y en bosques en los ingresos de las UPG. Asimismo, el diseño de estrategias de manejo silvicultural y aprovechamiento sostenible para mejorar el aporte de componente arbóreo de la UPG (usos productivos y bosques) en los ingresos de las UPG. Este podría ser un mecanismo más eficiente y efectivo para mantener e incrementar los bosques en los territorios agropecuarios, pues podría darse la posibilidad de que la estrategia sea el manejo y aprovechamiento de árboles fuera de usos agropecuarios.

Considerando los resultados, la relación entre la cobertura y la productividad, es necesario considerar más variables o parámetros de las UPG para estudios similares posteriores de productividad, manejo de hato ganadero, parámetros alimenticios, entre otros, para obtener más información y poder relacionar la productividad de las UPG con la cobertura de sombra de los árboles. Además, es importante la sistematización y difusión de los diseños de UPG que presentan una sinergia entre productividad – ingresos y cobertura arbórea.

El Proyecto BioPaSOS debe incidir en la productividad de manera sostenible e integral, hacia una estrategia coherente de control de los procesos de deforestación, y mediante la promoción y adopción de árboles maderables y de servicios en las unidades de producción ganaderas.

4.6 Bibliografía

Aguilar, R; Nahed, J; Parra, M; García, L; Ferguson, B. 2012. Medios de vida y aproximación de sistemas ganaderos al estándar de producción orgánica en Villaflores, Chiapas, México. (en línea). Revista de investigación y difusión científica agropecuaria :s.p. Consultado 29 ago. 2018. Disponible en <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2012/sept/2.pdf>

Altieri, MA; Hecht, S; Liebman, M; Magdoff, F; Norgaard, R; Sikor, TO. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. s.l., Nordan-Comunidad. s.p.

Antonio Quiroz Carranza, J; Alberto Magaña Alejandro, M. 2015. Natural resins of Mexican plant species: current and potential end-uses. (en línea). s.l., s.e. 171-183 p. n°21. Consultado 4 ago. 2018. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n3/v21n3a13.pdf>

Aryal, DR; Castro, HG; García, NDC; Ruiz, O de JJ; Paniagua, LFM; Trujillo, JAJ; Venegas, JAV; Ruiz, RP; Coss, AL de; Hernández, FG. 2018. Potencial de almacenamiento de carbono en áreas forestales en un sistema ganadero. (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Forestales 9(48 SE-Artículo Científico):s.p. Disponible en <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/184>

Benavides, JE. 1999. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la

ganadería. s.l., s.e. 449-477 p.

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. s.l., s.e. 47-51 p.

Botero, R. 1993. Papel de las especies forrajeras tropicales en la conservación y recuperación de suelos ácidos de ladera. s.l., s.e. 14-23 p.

Cano, JDG; Losada, H; Cortés, J; Rivera, JG; Maldonado, NM; Pérez-Gil, F. 2009. Los Árboles Dispersos en Potreros de la región de la Sierra de Tabasco, México. s.l., s.e. s.p.

Chavarría Oseguera, A. 2010. Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras. s.l., CATIE, Turrialba (Costa Rica). s.p.

Cuevas Reyes, V; Loaiza Meza, A; Espinosa García, JA; Vélez Izquierdo, A; Montoya Flores, MD; Cuevas Reyes, V; Loaiza Meza, A; Espinosa García, JA; Vélez Izquierdo, A; Montoya Flores, MD. 2016. Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. (en línea). s.l., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 69-83 p. Consultado 13 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000100069.

Devendra, C; Ibrahim, M. 2004. Silvopastoral systems as a strategy for diversification and productivity enhancement from livestock in the tropics. s.l., s.e. 10-24 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Roma, Italia, s.e. 346 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma, Italia, s.e. 184 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2016. El estado de los bosques del mundo, los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades. Roma, Italia, s.e. 36 p.

Febles, G; Ruiz, TE. 2008. Evaluación de especies arbóreas para sistemas silvopastoriles. s.l., s.e. s.p.

Ferrer, GJ. 2010. Paquete tecnológico Sistemas silvopastoriles Uso de árboles en potreros de Chiapas. s.l., s.e. 46 p.

FIRCO, (Fideicomiso de Riesgo Compartido). 2017. La Ganadería en México. (En línea, sitio web). Disponible en <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>.

García, DE; Medina, MG. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. s.l., s.e. 233 p.

Gómez Castro, H; Guevara-Hernandez, F; Ley De Coss, A; Pinto-Ruiz, R. 2013. Assessment of areas under livestock use in the buffer zone of a nature reserve in Chiapas, Mexico. (en línea). Información técnica económica agraria 109:69-85. Consultado 29 ago. 2018. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/287371000>.

Gómez, CH; Pinto, R; Guevara, F; Medina, J; Nahed, T; Ruiz, B; Mendoza, P. 2010.

Innovación local de sistemas silvopastoriles: contribución a la reconversión productiva de áreas ganaderas. Unidad de Divulgación Científica. Universidad Autónoma de Chiapas. s.l., s.e. s.p.

Grande, JD; Losada, H; Cortés, J; Rivera, JG; MauricioMaldonado, N; Pérez-Gil, F. 2009. Los Árboles Dispersos en Potreros de la región de la Sierra de Tabasco, México. s.l., s.e. s.p.

Guevara-Hernández, F; Pinto, R; Rodríguez, LA; Gómez, H; Ortiz, R; Ibrahim, M; Cruz, G. 2011. Percepciones locales de la degradación de potreros en una comunidad ganadera de Chiapas, México. s.l., s.e. s.p.

Guevara, S; Laborde, J; Sánchez, G. 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? s.l., s.e. 34-43 p.

Harvey, CA; Haber, WA; Solano, R; Mejías, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: Herramientas para la conservación?. Remnant trees in Costa Rican pastures: tools for conservation? s.l., s.e. 19-22 p.

Hernández, E. 2013. Cinco especies arbóreas maderables más usadas en Hueycuatitla, Benito Juárez, Veracruz: crecimiento y supervivencia en dos ambientes. s.l., s.e. s.p.

Hernández, YA. 1995. Propuesta para establecer el área natural protegida (Reserva de la Biosfera) La Sepultura, en la porción oeste de la Sierra Madre de Chiapas, México. s.l., Tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Xalapa, Veracruz. s.p.

Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. s.l., s.e. s.p.

Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F; Sepúlveda, C; Tobar, D. 2013. Potencial de producción sostenible de madera del sistema silvopastoril árboles dispersos en potreros en América Central. s.l., s.e. s.p.

Ibrahim, MA; Holmann, F; Hernández, M; Camero, A. 2000. Contribution of Erythrina protein banks and rejected bananas for improving cattle production in the humid tropics. s.l., s.e. 245-254 p.

Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras. 2010. s.l., CATIE, Turrialba (Costa Rica). s.p.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1996. Censo de Población y Vivienda 1995. Chiapas, s.e. 1083 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. Encuesta Nacional Agropecuaria 2014 Producción de ganado bovino. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/doc/minimonografia/prodbovena14.pdf>.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2016. Anuario estadístico y geográfico de Chiapas 2016. México, s.e. 739 p.

Juan Araya, JB; Arias, R; Ruiz, A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. s.l., s.e. 31 p.

Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical

Forest? In Angelsen, C; Kaimowitz, D. eds. *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. Wallingford, UK, CABI. p. 1-20. s.l., s.e. s.p.

Krishnamurthy, L; Ávila, M. 1999. *Agroforestería básica*. Serie textos básicos para la formación ambiental No. 3. s.l., s.e. s.p.

Ledesma, LM. 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. s.l., s.e. 11-18 p.

Leon, MC; Harvey, CA. 2006. Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape. s.l., s.e. 15 p.

López Carmona Miriam; Jiménez Ferrer, Guillermo; Jong, Ben de; Ochoa Gaona, Susana; Nahed Toral, J. 2001. El sistema ganadero de montaña en la región norte-tzotzil de Chiapas, México. (en línea). *Veterinaria México* 32(2):s.p. Consultado 5 ago. 2018. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/423/42332202/>.

López, OS. 2010. *Arbustos Forrajeros*. México, s.e. .

López Toledo, JF; Valdez Hernández, JI; Pérez Farrera, MÁ; Alcalá, C; Manuel, V. 2012. Composición y estructura arbórea de un bosque tropical estacionalmente seco en la reserva de la biósfera la sepultura, Chiapas. (en línea). *Revista mexicana de ciencias forestales* 3(12):43-56. Consultado 4 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322012000400005

Martínez-Encino, C; Villanueva-López, G; Casanova-Lugo, F. 2013. Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la Sierra de Tabasco, México. s.l., s.e. 483-496 p.

McNeely, JA; Schroth, G. 2006. Agroforestry and biodiversity conservation—traditional practices, present dynamics, and lessons for the future. s.l., s.e. 549-554 p.

Merino-Pérez, L. 2004. Conservación o Deterioro: El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en las prácticas de uso de los recursos forestales. s.l., Instituto Nacional de Ecología. s.p.

Müller, R; Larrea-Alcázar, DM; Cuéllar, S; Espinoza, S. 2014. Causas directas de la deforestación reciente (2000-2010) y modelado de dos escenarios futuros en las tierras bajas de Bolivia. s.l., s.e. 20-34 p.

Murgueitio, E. 1999. *Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia*. San José, CR. CATIE-FAO-SIDE. , Nuestra tierra,. 219-246. p.

Murgueitio, E; Barahona, R; Chará, JD; Flores, MX; Mauricio, RM; Molina, JJ. 2015. The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry. s.l., s.e. s.p.

Murgueitio, E; Calle, Z; Uribe, F; Calle, A; Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. s.l., s.e. 1654-1663 p.

Naranjo, LG; Sánchez, MD; Rosales Méndez, M. 2003. *Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad*. s.l., s.e. s.p.

Obispo, NE; Espinoza, Y; Gil, L; Ovalles, F; Cabrera, E; Pérez, MJ. 2013. Relación de la proporción de sombra en el potrero con el rendimiento, calidad del forraje y ganancia diaria de

peso en novillos Relationship of Shade Proportion in the Pasture With Yield, Quality of Forage and Daily Weight Gain in Steers. (en línea). s.l., s.e. 531-536 p. n°XXIII. Consultado 16 ago. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/96-Relacion_sombra.pdf

Orantes-Zebadúa, MÁ; Platas-Rosado, D; Córdova-Avalos, V; De los Santos-Lara, M del C; Córdova-Avalos, A. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. (en línea). *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 1(1):49-58. Consultado 5 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282014000100006.

PA (Procuraduría Agraria). 2009. *Glosario de términos jurídico-agrarios*. México, D.F., s.e. 159 p.

Pagiola, S; Agostini, P; Gobbi, J; De Haan, C; Ibrahim, M; Murgueitio, E; Ramírez, E; Rosales, M; Ruíz, JP. 2004. Paying for biodiversity conservation services in agricultural landscapes. s.l., s.e. s.p.

Pérez, E; Richers, B; DeClerck, F; Casanoves, F; Gobbi, J; Benjamin, T. 2013. Uso y manejo de la cobertura arbórea en sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Copán, Honduras. s.l., s.e. s.p.

Pezo, D; Ibrahim, M. 1996. *Sistemas Silvopastoriles: Una Opción para el Uso Sostenible de la Tierra en Sistemas Ganaderos FIRA*. Veracruz, México, s.e. s.p.

Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. *Sistemas silvopastoriles*. Turrialba, Costa Rica, Bib. Orton IICA/CATIE. 258 p.

Pinto-Ruiz, R; Hernández, D; ... HG-U y; 2010, U. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: usos y características nutricionales. (en línea). [scielo.org.mx](http://www.scielo.org.mx) :s.p. Consultado 4 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792010000100002&script=sci_arttext&tlng=en

Pinto, RR. 2002. *Árboles y arbustos con potencial forrajero del centro de Chiapas*. s.l., Tesis de Doctorado en Ciencias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México. s.p.

Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. 2000. s.l., s.e. s.p.

Ramírez, ME; Limas, EA; Ortiz, PR; Díaz, AR. 2011. Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México. s.l., s.e. 77-88 p.

Restrepo, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Harmand, JM. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 41-42: s.l., s.e. 29-36 p.

Rocha Loredó, AG; Ramírez Marcial, N; Espinosa, G. 2010. Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la depresión central de Chiapas. (en línea). *Bol.Soc.Bot.Méx* 87:89-103. Consultado 4 ago. 2018. Disponible en www.tropicos.org

Rojas-Schroeder, JÁ; Sarmiento-Franco, LA; Sandoval-Castro, CA; Santos-Ricalde, RH. 2017. USE OF FOLIAGE FROM RAMON (*Brosimum alicastrum* Swarth) IN ANIMAL FEEDING. s.l., s.e. s.p.

Rubio, EES; Rodríguez, DP; Reyes, LO; Buenfil, GZ. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. s.l., s.e. s.p.

Ruiz Alemán, F; Gómez Flores, R; Harvey, CA. 2005. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Matiguás, Nicaragua. s.l., s.e. s.p.

SAGARPA, (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2018. Ganadería a la mexicana. (En línea, sitio web). Disponible en <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/ganaderia-a-la-mexicana>

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2016. Boletín de Leche. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/B_de_Leche_abril-junio_2016.pdf.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2016. Bovino carne y leche Población ganadera 2007 - 2016. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/276006/Bovino.pdf>.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2018. Padrón Ganadero Nacional. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en http://www.pgn.org.mx/_programs/busca-action.php.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2014. Coeficiente de agostadero por entidad. (En línea, sitio web). Disponible en http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D2_AGRIGAN04_06&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,).

Sánchez, D; López, M; Medina, A; Gómez, R; Harveys, CA; Vílchez, S; Hernández, B; López, F; Joya, M; Sinclair, F. 2001. Importancia ecológica y socioeconómica de la cobertura arbórea en un paisaje fragmentado de bosque seco de Belén, Rivas, Nicaragua. s.l., s.e. 7-22 p.

Sánchez, EP. 2006. Characterization of silvopastoral systems and their socioeconomic contribution to the livestock farmers of Copán, Honduras. s.l., s.e. s.p.

Scheelje, J. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. s.l., s.e. s.p.

Scheelje, M; Ibrahim, M; Detlefsen, G; Pomareda, C; Sepúlveda, C. 2013. Beneficios financieros del aprovechamiento maderable sostenible en sistemas silvopastoriles de Esparza, Costa Rica. s.l., s.e. s.p.

SEGOB, (Secretaría de Gobernación). 1992. Artículo 27 Constitucional Reformado. (en línea). Diario Oficial de la Federación, s.l.; :s.p. Disponible en https://www.pa.gob.mx/pa/conoce/publicaciones/estadisticas_agrarias_2006/Marco_legal/por_municipios/01.pdf.

SEGOB, (Secretaría de Gobernación). 1995. Decreto, reserva de la biosfera La Sepultura. (En línea, sitio web). Disponible en <http://www.conanp.gob.mx/regionalesanp/fronterasur/RBLASEPULTURA.pdf> (Diario Oficial de la Federación,).

Serrano-Páez Juan, A; Salas-González, JM; Ramírez-Moreno, PP; Sagarnaga-Villegas, M. 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del

programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. (en línea). *Agricultura, sociedad y desarrollo* 5(2):213-230. Consultado 5 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722008000200005

Serrano, R; Delgado, J; De, RV. 2014. Biomasa forrajera bajo diferentes densidades de cobertura arbórea en una pastura del valle cálido del Magdalena Tolimense (Colombia). (en línea). *Revista Colombiana :s.p.* Consultado 16 ago. 2018. Disponible en <http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/544>

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Bovino leche, Población ganadera, 2006 - 2015, Cabezas. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/165998/bovlech.pdf>.

Siles, P; Rayo, JM; Rugama, FA; Molina, L. 2014. Diversidad arbórea en cercas vivas y dos fragmentos de bosque en la comunidad de Santa Adelaida, Estelí. s.l., s.e. 60-76 p.

Somarriba, E; Domínguez, L. 2002. Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. s.l., s.e. 86-94 p.

Soto-Pinto, L; Anzueto, M; Mendoza, J; Ferrer, GJ; de Jong, B. 2010. Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. s.l., s.e. 39 p.

De Abreu, S. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in the humid Tropics. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 105 p.

Souza de Abreu, M; Ibrahim, M; Harvey, C; Jimenez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas :s.p.*

Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; Haan, C De. 2009. La larga sombra del ganado: Problemas ambientales y opciones. . FAO. Roma, Italia, s.e. 464 p.

Szott, L. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. s.l., Bib. Orton IICA/CATIE. s.p.

Tedonkeng, PE; Boukila, B; Tendonken, F; Kana, JR. 2007. Nutritive value of some grasses and leguminous tree leaves of the Central region of Africa. s.l., s.e. 273-282 p.

Tejeda Cruz, C; Montejo Arcos, C. 2009. Ganadería campesina y manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP). el caso de la colonia Felipe Ángeles en la reserva de la biosfera selva el Ocote, Chiapas, México. s.l., s.e. 167-189 p.

Trujillo, JAJ; López, CS. 2015. Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <http://monitoreoforestal.gob.mx/repositorioidigital/items/show/542>.

Utilización de Árboles y Arbustos Fijadores de Nitrógeno en Sistemas Sostenibles de Producción Animal en Suelos Ácidos Tropicales. Conferencia electrónica de la FAO sobre «Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica». 1998. s.l., s.e. s.p.

Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos. 2008. s.l., s.e. s.p.

Vásquez, A. 2010. Plan de proyecto Reserva de la biosfera La Sepultura. Chiapas, s.e. s.p.

Vázquez, I; Castillo, O. 2011. Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños Héroes Tenosique, Tabasco, México. (en línea). *Polibotánica* :s.p. Consultado 18 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-27682011000200003&script=sci_arttext.

Vilaboa-Arroniz, 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. (en línea). *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10(1):s.p. Consultado 5 ago. 2018. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/939/93911243005/>.

Villanueva, C; Ibrahim, M; Lombo, F; Pérez, N. 2013. Potencial de las leñosas forrajeras en potreros para la alimentación del ganado en la época seca. s.l., s.e. 42 p.

Villanueva Naranjo, C; Casasola Coto, F; Detlefsen Rivera, G. 2018. Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación al cambio climático y en la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica. s.l., s.e. s.p.

Zamora, S; García, J; Bonilla, G; Aguilar, H; Harvey, CA; Ibrahim, M. 2001. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. s.l., s.e. 31-38 p.

Zapata, Á; Murgueitio, E; Zuluaga, AF; Ibrahim, M; Mejía Avila, C. 2013. Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, Colombia. s.l., s.e. s.p.

Zebadúa, MÁO; Arroniz, JV; Jiménez, EO; Ávalos, VC. 2010. Comportamiento de los comercializadores de ganado bovino en la región Centro del estado de Chiapas. s.l., s.e. 51-55 p.

Zepeda Cancino, RM; Velasco Zebadúa, ME; Nahed Toral, J; Hernández Garay, A; Martínez Tinajero, JJ; Zepeda Cancino, RM; Velasco Zebadúa, ME; Nahed Toral, J; Hernández Garay, A; Martínez Tinajero, JJ. 2016. Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes. (en línea). *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 7(4):471-488. Consultado 5 ago. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000400471.