



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO**

CENTRO UNIVERSITARIO TEMASCALTEPEC

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS
RECURSOS ARBOREOS DE UN SISTEMA
AGROSILVOPASTORIL EN EL RANCHO GANADERO
CORRAL VIEJO, ZACAZONAPAN MÉXICO**

T E S I S

Como requisito para obtener el título de:
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Presenta:

PEDRO PONCE DIAZ

Asesora:

DRA. FRANCISCA AVILES NOVA

TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO OCTUBRE 2024

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue identificar y caracterizar los recursos arbóreos presentes en un sistema agrosilvopastoril en el rancho ganadero Corral Viejo en Zacazonapan México. El rancho corral viejo cuenta con un total de 9 hectáreas las cuales están divididas en 4 potreros: un potrero de 4 hectáreas que incluye al sistema silvopastoril, el segundo potrero tiene una hectárea del sistema agrosilvopastoril con milpa, el tercer potrero cuenta con un sistema agrosilvopastoril con pasto camello (*Andropogon gayanus*) con una superficie de una hectárea y el cuarto potrero cuenta con un sistema agrosilvopastoril con pasto mombaza (*Panicum máximum*) cuya superficie es de 3 hectáreas. En cada potrero se evaluó en la vegetación arbórea las medidas dasométricas a los árboles de diferentes especies presentes en las áreas de muestreo considerando 6 transectos (10m). Los árboles de cada especie se seleccionaron al azar para la medición de las variables altura y diámetro a la altura del pecho (DAP). Los principales árboles encontrados fueron 17 especies, de las cuales la mayoría fueron leguminosas, junto con otras familias como Sterculiaceae, Bombacaceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Moraceae, Meliaceae y Convolvulaceae, algunas de las cuales fueron escasas, dispersas o aisladas en los potreros y cercas vivas. Los árboles encontrados tienen potencial para utilizarse como leña, madera (postes), medicinales, entre otras funciones. Los árboles con mayor frecuencia en todos los potreros fueron: cuitaz (*Lysiloma divaricatum*), pinzan (*Pithecellobium dulce*), tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis*) y parota (*Enterelobium cyclocarpum*). Además se encontraron pastos forrajeros naturalizados como el pasto estrella, (*Cynodon nlemfuensis*), pasto jerga (*Cynodon dactylon*) y zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), así como pastos introducidos por el dueño del rancho los cuales fueron pasto mombaza (*Panicum maximum*), pasto camello (*Andropogon gayanus*) y pasto llanero (*Andropogon virginicus*). En el rancho ganadero Corral Viejo ubicado en el municipio de Zacazonapan, México existe riqueza en la biodiversidad arbórea, se identificaron 17 especies arbóreas distribuidas en 4 sistemas productivos ganaderos; el sistema silvopastoril, sistema agrosilvopastoril con milpas, sistema agrosilvopastoril con pasto camello (*Brachiaria híbrido*) y sistema agrosilvopastoril con pasto mombaza (*Panicum maximum*). **Palabras clave:** Dasométricas, clinómetro, altura y diámetro.

I. INTRODUCCIÓN	8
II. REVISION DE LITERATURA	10
2.1 Los sistemas silvopastoriles y su importancia.....	10
2.1.2 Ventajas y desventajas de los sistemas Agrosilvopastoriles	10
2.1.3 Estudio de la avifauna asociado a un sistema silvopastoril.....	11
2.2 El cambio climático y el calentamiento global: el papel de los sistemas silvopastoriles.....	12
2.2.2 Aporte de los sistemas silvopastoril a la ganadería tropical	12
2.3 El uso de los recursos arbóreos en la producción animal	13
2.3.2 Función de los sistemas silvopastoriles	13
2.3.3 Agroforestería.....	14
2.4 Clasificación de los sistemas agroforestales	15
2.4.1 Incorporación de árboles en pastizales	16
2.4.2 Sombra arbórea y productividad de la gramínea	17
2.4.3 Practicas silvopastoriles	17
2.5 Beneficios para la biodiversidad	19
2.5.1 Los sistemas agrosilvopastoriles	20
2.5.2 Cercos vivos.....	21
2.5.3 Arboles leguminosos en potreros	21
2.6 Importancia de los frutos de especies arbóreas.....	22
2.6.1 Recursos forestales, régimen de propiedad y contextos socio- culturales y económicos	22
2.6.2 Biodiversidad y recursos naturales	23
2.6.3 Fauna y flora silvestre	24
2.7 Agroecosistemas.....	25
2.7.1 Cuencas hídricas	25
2.7.2 Importancia y uso de las cuencas hídricas	26
2.7.3 Recurso Suelo	26
2.8 Importancia y uso del suelo.....	27
2.8.1 Cambio climático y Ganadería	27
2.8.2 Contaminación agropecuaria	28
2.8.3 Árboles y arbustos dispersos	29
2.9 Plantaciones maderables y frutales	29
2.9.1 Barreras.....	30

2.9.2 Bancos de proteína	30
2.9.3 Materia Orgánica	31
III. JUSTIFICACIÓN	32
IV. HIPOTESIS.....	33
V. OBJETIVOS.....	34
5.1 Objetivo general	34
5.2 Objetivos específicos.....	34
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	35
6.1 Sitios de estudio	35
6.2 materiales y métodos.....	36
6.2.1 Materiales	36
6.2.2. Variables de estudio	36
6.3 METODOLOGIA.....	36
6.3.1 Medidas dasométricas: altura y diámetro	36
6.3.2 Identificar taxonómicamente las especies arbóreas (árboles y arbustos).....	37
6.3.3 Identificar los usos que los pobladores dan a los árboles y arbustos	38
6.3.4 Medidas	38
6.3.5 Análisis de datos	39
VII. RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
7.1 I Identificación taxonómicamente de las especies de árboles en el SSP	40
7.2 Cultivos agrícolas del sistema agrosilvopastoril.....	43
7.3 Densidad de árboles en el potrero silvopastoril	44
7.1.3 Densidad de árboles en el potrero agrosilvopastoril con milpa	47
7.1.4 Densidad de árboles en el potrero agroilvopastoril con pasto Camello (<i>Andropogon gayanus</i>).	49
Tabla 6. Densidad de árboles en 6 transectos de 10 m en el predio 2 , potrero de pasto Camello (<i>Brachiaria hibrido</i>).	50
7.1.5 Densidad de árboles en el potrero agroilvopastoril con pasto mombaza (<i>Panicum maximum</i>)	51
Tabla 7. Densidad de árboles en 6 transectos de 10 m en el predio 2 , potrero de pasto mombaza (<i>Panicum maximum</i>)......	52
7.2.1 Frecuencia de especies de árboles en el potrero silvopastoril.	54
7.2.2 Frecuencia de especies de árboles en el potrero agrosilvopastoril con milpa.....	55
7.2.3 Frecuencia de especies de árboles en el potrero con pasto Camello (<i>Andropogon gayanus</i>)	56
7.2.4 Frecuencia de especies de árboles en el potrero con pasto mombaza (<i>Panicum maximum</i>)	57
Tabla 11. Frecuencia de arboles en el potrero con pasto mombaza (<i>Panicum maximum</i>)	58
7.3 Tabla de la Densidad de árboles por hectarea	59
7.4 Promedio de altura del árbol cuitaz (<i>Lysiloma divaricatum</i>).....	62

7.5 Promedio de altura del árbol Espino herrero (<i>Mimosa benthamii</i>).....	63
7.6 Promedio de altura del árbol Tepehuaje (<i>Lysiloma acapulcense</i>).	63
7.5 Usos de los árboles en la comunidad El Potrero, Zacazonapan, México.	64
VIII. CONCLUSIÓN	67
IX. REFERENCIAS	68
IX. ANEXOS	77
9.1 Encuesta que se aplico a personas de la región	77

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Especies de plantas identificadas en los potreros del rancho</i>	40
<i>Tabla 2 Especies agrícolas identificadas en los potreros del rancho</i>	42
<i>Tabla 3. Especies de pastos naturalizados encontrados en los potreros del rancho</i>	43
<i>Tabla 4. Densidad de árboles en 6 transectos de 10m en el predio 1, potrero silvopastoril</i>	45
<i>Tabla 5. Densidad de árboles en 6 transectos de 10m en el predio 2, potrero de milpa</i>	48
<i>Tabla 6. Densidad de árboles en 6 transectos de 10 m en el predio 2 , potrero de pasto Camello (<i>Brachiaria hibrido</i>)</i>	50
<i>Tabla 7. Densidad de árboles en 6 transectos de 10 m en el predio 2 , potrero de pasto mombaza (<i>Panicum maximum</i>)</i>	52
<i>Tabla 8. Frecuencia de los árboles en el potrero silvopastoril</i>	55
<i>Tabla 9. Frecuencia de árboles en el potrero agrosilvopastoril con milpa</i>	56
<i>Tabla 10. Frecuencia de árboles en el potrero con pasto Camello (<i>Andropogon gayanus</i>)</i>	57
<i>Tabla 11. Frecuencia de arboles en el potrero con pasto mombaza (<i>Panicum maximum</i>)</i>	58
<i>Tabla 12 Densidad de árboles por hectárea en el rancho Corral Viejo, Zacazonapan, México</i>	60
<i>Tabla 13. Promedio de altura del árbol cuitaz (<i>Lysiloma divaricatum</i>) en los potrero</i>	62
<i>Tabla 14. Promedio de la altura del árbol Espino herrero (<i>Mimosa benthamii</i>)</i>	63
<i>Tabla 15. Promedio de la altura del árbol Tepehuaje (<i>Lysiloma acapulcense</i>)</i>	63
<i>Tabla 16. Frecuencia de la utilización de los árboles</i>	64

INDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1. Diferentes especies de árboles encontradas en los potreros.</i>	41
<i>Ilustración 2 Pasto mombaza (Panicum maximum) después de 35 días de ser sembrado</i>	42
<i>Ilustración 3. Ganado bovino pastoreando en un potrero de pasto buffel (Cenchrus ciliaris).</i>	43
<i>Ilustración 4. Sistema milpa con maíz (Zea mays), frijol (Phaseolus vulgaris) y calabaza (Cucurbita pepo).</i>	44
<i>Ilustración 5. Árbol de cuitaz (Lysiloma divaricatum) en el sistema agrosilvopastoril con pasto camello (Andropogon gayanus).</i>	47
<i>Ilustración 6. Árbol de espino herrero (Mimosa benthamii).</i>	49
<i>Ilustración 7. Ganado bovino en pastoreo con praderas de pasto camello (Andropogon gayanus).</i>	51
<i>Ilustración 8. Arbol de tepehuaje (Lysiloma acapulcense) y pasto mombaza (Panicum maximum).</i>	54
<i>Ilustración 9 Ganado regurgitando abajo de la sombra de una parota (Enterolobium cyclocarpum) en el potrero con pasto mombaza (Panicum maximum).</i>	58
<i>Ilustración 10. Diferentes especies de árboles encontradas en un potrero.</i>	61
<i>Ilustración 11. Midiendo la altura de una parota (Enterolobium cyclocarpum) con la ayuda de el clinometro.</i>	62

I. INTRODUCCIÓN

Las especies arbóreas son una fuente de forraje para el ganado principalmente en la época de estiaje donde el forraje es escaso, también sirve para proporcionar sombra, refugio para aves y proteger el ganado de la insolación, proporcionan hojas, tallos y frutos los cuales sirven para alimentación del ganado, también algunos de estos frutos sirven de alimento para los humanos (Carbajal, 2017).

Los sistemas silvopastoriles, principalmente, se han establecido con el objetivo de proporcionar forraje a los animales, así como el mejoramiento de la fertilidad del suelo a través de la descomposición de sus hojas y la fijación de nitrógeno realizada por algunas especies, regula el balance hídrico al conservar agua y reducir evaporación, fijación de CO₂, diversificación de la producción (madera, leña, frutos, entre otros) y reducción del estrés calórico de los animales a través del efecto sombra (Panadero, 2010).

Los sistemas silvopastoriles se convierten en una alternativa para reducir la pobreza en el sector rural ya que ofrecen oportunidades de empleo, los productos tienen un valor agregado y se pueden mercadear como productos verdes u orgánicos producidos en armonía con el medio ambiente. Además, en algunos casos generan ingresos hasta doce veces mayores que los usos de suelo de los sistemas ganaderos tradicionales (M. Ibrahim et al., 2006).

En la zona sur del Estado de México, la ganadería extensiva hace uso de los agostaderos donde existen árboles multipropósito leguminosos y no leguminoso que son componentes importantes en las áreas de pastoreo, debido a que sus follajes o frutos son utilizados para la alimentación del ganado por su alto valor nutricional, disminuyendo así los costos de alimentación en los sistemas de producción (García y Medina, 2006; Valero *et al.*, 2006).

El trópico seco del sur del Estado de México, existe gran diversidad de especies de árboles nativos distribuidos en los pastizales nativos o introducidos, sin embargo, no ha sido evaluado su uso, potencial forrajero y respuesta animal. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo es identificar y caracterizar los recursos arbóreos

presentes en un sistema agrosilvopastoril en el rancho ganadero Corral Viejo en el potrero Zacazonapan México.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Los sistemas silvopastoriles y su importancia

Los SSP (Sistemas Silvopastoriles) presentan oportunidades desde el punto de vista económico, productivo, social y ambiental. En lo económico, la diversificación de la producción posibilita obtener ingresos a corto, mediano y largo plazo; así como atenuar las fluctuaciones de precios y del mercado de producto. Además, genera ingresos por la producción de madera y derivados. Desde el punto de vista productivo, tanto las pasturas como los animales son beneficiados por los efectos que ejercen la sombra y el abrigo. La disminución de estrés calórico en los animales permite una mayor ganancia diaria por animal respecto a los que no disponen de sombra, y el abrigo genera la disminución de sus requerimientos de energía para el mantenimiento. Así mismo la evapotranspiración de las pasturas disminuye por efecto de la sombra. En lo social, son menos referencias encontradas, los SSP se consideran importantes para incrementar la calidad de vida de la población rural en límites de pobreza (Russo, 2015).

2.1.2 Ventajas y desventajas de los sistemas Agrosilvopastoriles

Se ha analizado las ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoriles. De acuerdo (Ruíz 1983) algunos factores que favorecen la presencia de la ganadería en los sistemas agrosilvopastoriles son:

- Los pequeños productores, con limitaciones de área, pueden llegar a producir en los bosques alimentos de origen animal (leche, carne) sin sacrificar el área dedicada a cultivos. Se logra así una diversificación de insumos de mano de obra y la naturaleza de los productos del sistema de finca.

- Además de las ventajas directas, los productores pueden obtener beneficios económicos resultantes de la leña, postes, madera y forraje. Los tres últimos son de uso eventual para beneficio de la ganadería.
- La ganadería permite la utilización y el control de los pastos y las malezas que compiten con el desarrollo de los árboles juveniles.
- El pastoreo de la vegetación reduce el riesgo de incendios.
- En el caso particular de ganadería asociada con árboles fijadores de nitrógeno (AFN), es lógico que estos contribuyen a la fertilidad del suelo, además de ser un suplemento proteínico cuando sus hojas y ramas comestibles son utilizadas como forraje.

También hay que tener en cuenta que hay desventajas las más importantes son:

- El efecto de compactación que ejerce el pisoteo del ganado sobre el suelo.
- La cosecha mecanizada de cultivos, la henificación o el ensilado son dificultadas por la interferencia de árboles, a menos que la plantación de estos se planifique con esos fines, ya sea en líneas o franjas.
- El grado de desconocimiento de las técnicas agrosilvopastoriles y la falta de personal entrenado, hace que el avance previsto disminuye por la escasez de recursos y por la complejidad del tema (Montenegro & Abarca, 2002).

2.1.3 Estudio de la avifauna asociado a un sistema silvopastoril

Los sistemas silvopastoriles parecen desempeñar un papel determinante, no solamente en la conservación de especies de pájaros residentes, sino también en la de muchas especies que migran hacia el hemisferio norte desde América Central y que, por sus hábitos de conducta, no utilizan los ecosistemas de pastizales. (Powell *et al.*, 1989) sugieren que un subgrupo de estas especies migratorias es capaz de usar los sistemas ganaderos, y que las pasturas con árboles aislados constituyen mejor hábitat que las abiertas, en las que faltan sitios de perchas, para las diferentes modalidades de los sistemas silvopastoriles, la existencia de otros elementos lineales del paisaje, como los cercos vivos o setos de arbustos, no solo

permiten el movimiento de varias especies, si no que provee un hábitat adecuado para numerosas especies nativas (Alonso et al., 2004).

2.2 El cambio climático y el calentamiento global: el papel de los sistemas silvopastoriles.

Los Sistemas Silvopastoriles intensos (SSPi) con alta densidad de árboles, arbustos y pasturas mejoradas favorecen la adaptación del CC (Cambio Climático) por que mantienen la humedad del suelo, reducen las altas temperaturas ambientales en los potreros mejorando también la productividad y calidad de los forrajes, además de reducir la estacionalidad de la producción de carne y leche, El uso de árboles de raíces profundas, reduce la vulnerabilidad de los productores frente a las altas temperaturas, puesto que estas especies son más tolerantes a la sequía, con lo cual se logra una alta producción de forraje mucho más estable durante la época de secas. De igual forma, al actuar como barreras rompe vientos y proveer sombra, los árboles ayudan a mejorar los parámetros micro climáticos del suelo, pues incrementan la capacidad de retención de agua y la aireación, y disminuyen la temperatura (Murgerito et al., 2014).

2.2.2 Aporte de los sistemas silvopastoril a la ganadería tropical

Los sistemas silvopastoril intensos aportan a la mitigación de la ganadería tropical al cambio climático al ser capaces de producir más carne o leche en menor superficie, producir menos emisiones de metano por tonelada de producto y tener un balance positivo de GEI (Gases de Efecto Invernadero). Los sistemas silvopastoril intensivos favorecen la adaptación de la ganadería tropical al cambio climático al reducir la temperatura, reducir la evapotranspiración, mejorar la humedad y actividad del suelo, así como generar más biomasa forrajera en las épocas de estrés climático (Murgerito et al., 2014).

2.3 El uso de los recursos arbóreos en la producción animal

Los paisajes silvopastoriles pueden ser una opción viable de ganadería tropical sustentable, que equilibre la producción de alimentos con el cuidado ambiental. Los sistemas silvopastoriles tienen un alto valor ecológico y social, aunque en las últimas décadas disminuyó su superficie a causa de la desvalorización y baja productividad. Por lo cual es necesario promover un manejo más activo con prácticas adecuadas, por lo cual se hacen recomendaciones, como las que se enfocan en el aprovechamiento de los recursos locales las cuales tienen implicaciones en el mejoramiento de ecosistemas y la producción, pero están estrechamente relacionadas con la eficacia del aprovechamiento y reciclaje de los recursos del territorio. Estas comprenden la utilización de la vegetación local, de los residuos agrícolas de la región, la conservación de forrajes (con técnicas de ensilaje que pueden disminuir costos de alimentación del ganado). Utilizar los recursos de cada región permite optimizar el suministro de alimento para el ganado, su rendimiento y rentabilidad productiva (Adalberto Hernández López *et al.*, 2022).

2.3.2 Función de los sistemas silvopastoriles

Las ventajas de los sistemas silvopastoriles han sido identificadas por diversos estudios científicos y por el conocimiento de los productores locales, aunque su aplicación no es uso generalizado, en los últimos años ha crecido el interés por dichos sistemas, debido a los beneficios evidenciados por los productores. Dentro de las ventajas socioeconómicas están; diversifican los productos que generan en la finca como madera, postes, leña y frutos, mejoran la productividad animal y proveen alimento de alto valor nutritivo, especialmente en época de secas. Además, son generadores de servicios ambientales, como la protección de las cuencas hidrográficas, la biodiversidad y el secuestro de carbono (M. Ibrahim *et al.*, 2006).

2.3.3 Agroforestería

Los sistemas agroforestales tradicionales y sus prácticas son formas de uso del suelo con una larga historia de manejo en México, incluso precolombina (Krishnamurthy y Ávila, 1999). En estos sistemas se desarrolla la preservación selectiva de componentes forestales o silvícolas (silvestres), principalmente leñosos y perennes, los cuales pueden estar bajo manejo incipiente mediante prácticas de tolerancia, fomento, protección y siembra de grupos de plantas y especies particulares (Casas et al., 1997, 2007) el manejo de elementos agrícolas que incluyen plantas perennes o anuales, cultivadas y con niveles avanzados de domesticación en algunas ocasiones, el manejo de animales silvestres, en proceso de domesticación o domesticados y unidades sociales de producción que realizan el manejo de los distintos componentes para maximizar las interacciones ecológicas y ecológicas entre los elementos forestales y agrícolas del sistema dentro de un contexto ecológico, cultural y económico particular (Nair, 2012) Para la Agroforestería, el enfoque de estudio se da en los componentes del sistema (forestales, agrícolas y unidades sociales); pero, ante todo, en las emergencias resultantes de la interacción entre estos componentes (Krishnamurthy 1999). En la presente revisión examinamos algunos de los sistemas agrícolas tradicionales de México desde el enfoque de la Agroforestería, se identifican varios sistemas agrícolas tradicionales que no habían sido considerados previamente como agroforestales, poniendo énfasis en el manejo de los elementos forestales de estos sistemas, así como en las interacciones agroforestales y de la importancia para el sistema en su conjunto.

El importante papel de los Sistemas Agro Forestales (SAF) tradicionales en el mantenimiento y desarrollo se debe a que se encuentran integrados a estrategias múltiples de uso y manejo de la diversidad y proveen diversos beneficios a los seres humanos a escala local, regional y global (Alcorn, 1990); conservan especies nativas, endémicas y de importancia cultural (Alcorn, 1990); integran y recrean las cosmovisiones, los conocimientos, las prácticas y las reglas de uso (Toledo, 2002) y son escenarios para la innovación de las estrategias de manejo y de domesticación de especies y paisajes y, por lo tanto, áreas de conservación y

continuo desarrollo (Casas et al., 2007). No obstante, los SAF de los pueblos de México están bajo la presión de diversos factores socio ecológicos que han determinado cambios negativos. Entre estos, son de destacarse la disminución y cambios en la riqueza, composición y diversidad de los sistemas a escala local y de paisaje, así como la pérdida y transformación de cosmovisiones, conocimientos y prácticas tradicionales que sostienen a tal diversidad, o incluso la pérdida de los sistemas.

2.4 Clasificación de los sistemas agroforestales

Varios criterios se pueden utilizar para clasificar las prácticas y sistemas agroforestales. Se utilizan más corrientemente la estructura del sistema (composición y disposición de los componentes), función, escala socioeconómica nivel de manejo y la distribución ecológica. En cuanto a la estructura, los sistemas agroforestales pueden agruparse de la siguiente manera:

- Agro silvicultura: el uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos.
- Sistemas silvopastoriles: sistemas de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.
- Sistemas agrosilvopastoriles: sistemas en los que la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas y para la crianza de animales domésticos.
- Sistemas de producción forestal de multipropósito: en los que las especies forestales se regeneran y manejan para producir no sólo madera, sino también hojas y/o frutas que son apropiadas para alimento y/o forraje.

Otros sistemas agroforestales se pueden especificar, como la apicultura con árboles, la acuicultura en zonas de manglar, lotes de árboles de multipropósito y así sucesivamente. Los componentes se pueden disponer temporal o espacialmente y se utilizan varios términos para señalar las variadas disposiciones. La base funcional se refiere al producto principal y al papel de los componentes, en particular los arbolados. Estos pueden ser funciones productivas (producción de las

necesidades básicas, como alimento, forraje, leña, otros productos) y roles protectores (conservación del suelo, mejoramiento de la fertilidad del suelo, protección ofrecida por los rompe vientos y los cinturones de protección). (Nair, 2020).

2.4.1 Incorporación de árboles en pastizales

Los árboles dispersos en los potreros cumplen muchas funciones dentro de los sistemas ganaderos y proveen múltiples productos y servicios (Ramírez et al., 2014), pero la importancia relativa según los ganaderos es dar sombra a los animales particularmente durante la estación seca, así como obtener leña y recursos económicos por la venta de la madera. Sin embargo, los ganaderos consideran que los árboles afectan la productividad de los pastos, principalmente aquellos con copas densas que producen sombra, causando pisoteo y compactación del suelo en el área alrededor de los árboles y las malezas aumentan especialmente en las zonas donde los animales descansan mucho tiempo. Sin embargo, los árboles también pueden influir positivamente en el crecimiento de la hierba porque algunas especies crecen mejor debajo de las copas, lo cual coincide con lo reportado por Cajas y Sinclair (2001)

Los beneficios que aportan los árboles en asociación con las pasturas son múltiples tanto para el animal, como para las plantas y el suelo, y en general para el ambiente. Actualmente, el listado de árboles maderables de interés comercial en las regiones tropicales es limitado, y las especies mayormente difundidas no se adaptan a todas las condiciones agroecológicas de las distintas regiones. También existen aspectos que dificultan la adopción por parte del productor que han sido poco estudiados (CONAFOR-UACH, 2013).

La especie de árbol para el establecimiento de un sistema silvopastoril, depende principalmente del clima, del tipo de suelo, de las condiciones topográficas, entre otras. Sin embargo, uno de los aspectos de mayor importancia se relaciona con la morfología, estructura del árbol y la cantidad de luz que pase a través de su copa. La sombra que genera el árbol afecta el crecimiento y desarrollo de la pastura.

2.4.2 Sombra arbórea y productividad de la gramínea

Al crecer, los árboles dominan al estrato herbáceo. El balance entre las interacciones entre estos componentes podría generar efectos positivos y negativos, que determinarían la cantidad y calidad del componente forrajero y en consecuencia la producción animal.

La producción forrajera de los sistemas silvopastoriles está regulada por las interacciones entre el estrato arbóreo y herbáceo. La fracción de luz incidente sobre la cubierta vegetal del suelo (gramíneas) depende de la radiación reflejada y la transmitida por el dosel de los árboles, lo cual genera competencia entre estratos. De esta manera, cuanto mayor es la masa forestal mayor es el impacto por competencia del estrato arbóreo sobre el estrato herbáceo (Bahamonde et al., 2012). Sin embargo, las interacciones entre los cuatro principales componentes (árboles, pasturas, animales y suelo) de sistemas silvopastoriles pueden ser manejados por los productores (Mead, 2009).

2.4.3 Practicas silvopastoriles

En América Latina por mucho tiempo la producción de ganado ha sido asociada con deforestación (Barbier et al., 1994), y como tal ha sido una causa importante de la pérdida de hábitats naturales y biodiversidad en la región.

En la mayoría de los países, el esquema político predominante fomentaba la deforestación para la extracción de madera y la conversión de áreas boscosas en pasturas y cultivos, lo cual era alentado por créditos subsidiados, precios sostenidos y otros incentivos. El grado de distorsión de estas políticas se ha reducido substancialmente en años recientes (Faminow, 1998), pero la presión de dueños de tierras pobres y en algunas áreas productores a gran escala continua resultando en deforestaciones extensivas en muchas zonas.

En muchos países, el esquema legal estimula este proceso mediante la otorgación de títulos de tierras que se juzga ser 'mejoradas' (esto es, deforestadas y utilizadas para agricultura.)

Además de los problemas ambientales causados por la pérdida inicial de bosques, los enfoques tradicionales hacia las pasturas a menudo no son sostenibles. Después de un período inicial de rendimientos altos, la fertilidad del suelo se agota y disminuye la cobertura de hierbas, resultando en erosión del suelo, contaminación de las fuentes de agua, contaminación del aire, incremento en la pérdida de biodiversidad, y degradación de paisajes. Ingresos bajos para los productores resultan en la persistencia de su pobreza y en presión para desmontar áreas adicionales.

Los sistemas silvopastoriles, los cuales combinan árboles con pasturas, ofrecen una alternativa a los sistemas de producción ganadera prevalentes en América Latina. Los mismos proveen vegetación perenne de raíces profundas, la cual crece permanentemente y posee un dosel denso pero irregular. Estos sistemas pueden ser agrupados en cuatro categorías principales (Murgueitio, 1999):

- Sistemas en los cuales una alta densidad de árboles y arbustos son plantadas en las pasturas, proveyendo de sombra y suplementos dietéticos mientras que protegen el suelo de compactación y erosión.
- Sistemas de corte y acarreo, los cuales reemplazan pastoreo en pasturas abiertas por establos en los cuales el ganado es alimentado con follaje de distintos árboles y arbustos específicamente plantados en áreas antiguamente usadas para otras prácticas agropecuarias. Los sistemas de corte y acarreo han sido particularmente exitosos en América Central y Colombia (Benavides, 1994).
- Uso de árboles y arbustos de crecimiento rápido para cercas y barreras rompe viento. Este sistema, ampliamente utilizado en algunos países de la América tropical, provee de una alternativa poco costosa para realizar cercas y suplementar la dieta del ganado.
- Pastoreo del ganado en plantaciones forestales. En este sistema, el pastoreo se utiliza para controlar la invasión por parte de hierbas nativas y exóticas, reduciendo así los costos de manejo de las plantaciones.

2.5 Beneficios para la biodiversidad

La mayor complejidad de los sistemas silvopastoriles comparados con las pasturas tradicionales implica que a menudo los primeros aportan importantes beneficios para la biodiversidad (Dagang y Nair, 2003). Estos se dan en dos formas principales. Primero, tienden a soportar una diversidad de especies mucho mayor que las pasturas tradicionales. Segundo, ayudan a conectar áreas protegidas.

Se ha demostrado que los sistemas silvopastoriles juegan un rol fundamental en la supervivencia de especies silvestres por medio de la provisión de recursos escasos y de refugio; presentan una mayor tasa de propagación de plantas forestales nativas bajo estos árboles dispersos; y proveen de sombra para los animales de pastoreo y refugio para las aves silvestres (Harvey y Haber, 1999). La disponibilidad de alimento para las aves silvestres es alta en los sistemas silvopastoriles, y la compleja estructura de la vegetación provee un sustrato de anidamiento más adecuado y mejor protección contra predadores que otros agro ecosistemas. Las silvopastoril y otros sistemas agroforestales también albergan una asociación mayor y más compleja de invertebrados que las pasturas monocultivo (Dennis et al., 1996). Mediante la provisión de leña y otros productos de madera, los sistemas silvopastoriles también pueden ayudar a reducir la presión sobre los restantes hábitats naturales. En los paisajes agropecuarios caracterizados por la fragmentación de los hábitats naturales, los sistemas silvopastoriles pueden actuar como corredores biológicos, ayudando a conectar los restantes hábitats.

A nivel regional, los sistemas silvopastoriles pueden jugar un rol importante en la implementación del Corredor Biológico Mesoamericano, dada la vasta área de tierras con pasturas en América Central y Colombia. Se espera que estos corredores proveerán de un hábitat adecuado para la vida silvestre al mismo tiempo que faciliten la dispersión de semillas y la regeneración de vegetación nativa (Saunders y Hobbs, 1991).

2.5.1 Los sistemas agrosilvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles, son asociaciones de árboles maderables o frutales con animales, con o sin la presencia de cultivos. Son practicados a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas-comerciales con inclusiones de ganado como complemento a la agricultura de subsistencia. (Gliessman et al., 1981).

Algunas interacciones entre los componentes del sistema:

- 1) La presencia del componente animal cambia y puede acelerar algunos aspectos del ciclaje de nutrimentos.
- 2) Si la carga animal es alta, la compactación de los suelos puede afectar el crecimiento de árboles y otras plantas asociadas.
- 3) Las preferencias alimenticias de los animales pueden afectar la composición del bosque.
- 4) Los árboles proporcionan un microclima favorable para los animales (sombra).
- 5) Los animales participan en la diseminación de las semillas, lo cual favorece la germinación.

Los componentes biológicos de un sistema silvopastoril son: árboles y arbustos, pasto, animales, suelo y subsuelo. Las entradas al sistema serían la lluvia, la radiación solar, el bióxido de carbono y el nitrógeno atmosférico; incluyendo así, los insumos agropecuarios como fertilizantes y plaguicidas.

Las salidas son los productos cosechados (carne, leche, lana, madera, leña, frutos, miel y otros). Existen también las interacciones o servicios brindados por los árboles y animales, tales como sombra, disminución del viento, reciclaje de nutrientes, disminución de la pérdida de energía y materiales en el sistema [Bustamante, 1991].

En este tipo de sistemas, principalmente, se busca diversificar la producción agrícola y pecuaria, optimizando el uso del terreno; de esta manera se busca respetar el principio de rendimiento sostenido (Somarriba, 1990).

2.5.2 Cercos vivos

La práctica de usar postes vivos para pegar alambre de púas es muy extensa en toda la América tropical. Los cercos vivos se encuentran en varios países de Latinoamérica y del Caribe. Este sistema se practica desde el nivel del mar hasta las tierras altas (2,500 msnm). Las especies que se usan varían con las condiciones ecológicas; por esta razón, los cercos vivos hacen parte de los paisajes desde los más secos hasta los más húmedos. De acuerdo con Budowski (1987) el establecimiento consiste en plantar estacas grandes (2.5 m de largo y de 8 a 20 cm de diámetro). Además de soportar los alambres los postes proporcionan: leñas, alimentos, y actúan como rompe vientos y protector de la parcela contra los depredadores.

2.5.3 Árboles leguminosos en potreros

En los últimos años ha cobrado un gran auge el uso de árboles y arbustos leguminosos como suplemento de la dieta de los animales domésticos, fundamentalmente de los rumiantes. Las leguminosas poseen características que hacen que sus especies sean altamente valoradas. Una de ellas es su excepcional calidad alimenticia, que puede desempeñar un papel clave en el mejoramiento del valor nutritivo del alimento en su totalidad (Devendra, 1995). Estas plantas tienen la capacidad de incrementar la relación proteína/energía, debido a su alto contenido en proteína; además, generalmente poseen compuestos anti nutritivos (FANs) que pueden modificar la velocidad de degradación y pasaje de los nutrientes a través del tracto gastrointestinal (Pedraza, 2000). Otra ventaja es su posibilidad de vivir en forma simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico (Blair, 1990), que aumenta el nivel de este elemento en el suelo; ello beneficia no solamente a las leguminosas, sino también a las plantas acompañantes, en su mayoría gramíneas, que conforman la cobertura arbórea del suelo donde se encuentra implantado el sistema.

2.6 Importancia de los frutos de especies arbóreas.

En las selvas tropicales se presentan una serie de interacciones ecológicas entre plantas y animales, en este aspecto algunos frutos con tejido carnoso o pulpa que recubre total o parcialmente las semillas sirven de alimento para ciertos animales, denominados frugívoros, entre las especies de animales silvestres que consumen frutos se encuentran hormigas, aves, ardillas, pecaríes, tejones, tlacuaches, venados, ratones, murciélagos (Barreto et al., 1997). También puede haber especies domésticas como caballos, vacas, cabras, entre otros (Jenzen, 1981), quienes al aprovechar estos recursos realizan depredación de los mismos, pero también funcionan como dispersores de semillas, por la resistencia de la testa o cubierta a la acción gástrica.

En los frutos se acumulan nutrimentos en forma de carbohidratos, minerales, proteínas (Roncallo et al., 1996), así como compuestos secundarios (Granados et al., 1989) metabolitos que permiten relacionar a las plantas con microorganismos para su polinización, competencia y principalmente para su defensa. Asimismo, esta concentración de nutrimentos se realiza con la finalidad de desarrollar procesos vitales como la floración, el fructificación y la germinación de las semillas producidas (Rathcke y Lacey, 1985)

Los frutos de especies nativas pueden implicar una estrategia para ser incorporadas en los sistemas silvopastoriles de corte y acarreo.

2.6.1 Recursos forestales, régimen de propiedad y contextos socio- culturales y económicos

En México, del total del territorio nacional, 72% es de aptitud forestal, con 56 millones 800 mil hectáreas arboladas, de las cuales alrededor de 21 millones 600 hectáreas tienen potencial para la producción maderable comercial. El sector forestal es reconocido a nivel internacional por la mega diversidad de especies que

albergan sus ecosistemas y por la gran proporción de propiedad social de sus bosques, ya que 80% pertenece a Ejidos y Comunidades Forestales (EYCF) que son una forma de tenencia comunal de la tierra (Bray 2004).

Por otra parte, las áreas forestales del país están habitadas por 11 millones de personas; 37% de ellas carecen de acceso a servicios de salud y 15% tienen entre 15 años o más que no completaron la educación básica. Existen 43 etnias (integradas por cinco millones de indígenas) que viven en zonas forestales. A pesar de que sólo en 5% de los ejidos y comunidades forestales el aprovechamiento forestal representa la actividad económica central, los bosques representan en todas ellas un recurso fundamental, ya que son fuente de alimentos, medicina, leña, materiales de construcción, entre otros, así como servicios que se comercializan y generan ingresos.

2.6.2 Biodiversidad y recursos naturales

México es un país multifacético, plural y diverso en numerosos aspectos, la mega diversidad biológica de México, constituye un privilegio y un potencial para el desarrollo del país, y también una responsabilidad hacia nuestra sociedad y hacia el mundo. Sin embargo, su manejo y conservación son muy complicados (Sarukhán *et al.*, 2009). La biodiversidad representa el capital natural de la nación y es tanto o más importante que otros capitales como el financiero o el manufacturado. Por lo que todos debemos promover y adoptar una cultura de su valoración en el contexto del desarrollo de México.

La flora y fauna silvestres, son elementos de la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra. México es el tercer país más diverso en el mundo, ocupa el primer lugar en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas (Zamorano, 2009). Además de los servicios ambientales que la flora y fauna silvestres brindan, resulta imperioso y prioritario proteger y conservar los ecosistemas y hábitat representativos del país, para así procurar la sustentabilidad de los recursos naturales que en la actualidad enfrentan una de las crisis

ambientales más severas, colocándonos en vísperas de presenciar una de las más grandes extinciones masivas en la historia del planeta (Zamorano, 2009).

La ubicación de nuestro país, su relieve, climas y su historia evolutiva han resultado en la gran riqueza de ambientes de flora y fauna, que nos colocan entre los primeros cinco lugares del mundo (Sarukhán *et al.*, 2009). Esta gran diversidad natural nos ofrece muchas oportunidades de desarrollo, pero también nos otorga una gran responsabilidad como guardianes de la naturaleza.

2.6.3 Fauna y flora silvestre

México es un paraíso para los amantes de la naturaleza, su fauna y flora es única y una de las más diversas en el mundo, de la fauna nacional de vertebrados en México el 32% es endémica (Zamorano, 2009). En el territorio están presentes los cinco tipos de ecosistemas, nueve de los once tipos de hábitat, 51 de las 191 ecorregiones identificadas y 25 de las 2 categorías de suelos reconocidos (Halffter, 1992. Citado por Zamorano, 2009).

La Fauna Silvestre es uno de los “recursos” naturales renovables básicos, junto al agua, el aire, el suelo y la vegetación; es decir, un beneficio que podemos utilizar y reponer para utilizarlo continuamente (SEMARNAT, 1998). El valor científico de la fauna, en nuestro país, es inmenso por su extraordinaria diversidad y bajo grado de conocimiento, además de que la fauna y la flora son la materia prima básica de las ciencias naturales y la investigación. Este valor se incrementa con el aporte de ciertos animales como especies indicadoras de la condición de un ecosistema o animales experimentales (SEMARNAT, 2010).

Entre 10 y 12% de las especies del planeta se distribuyen en el territorio nacional, sumando más de 200, 000 especies descritas y una infinidad que aún permanecen sin registro o descripción (Toledo, 1988; 1994, citado por Zamorano, 2009).

2.7 Agroecosistemas

Un agroecosistema se define como un sitio de producción agrícola visto como un ecosistema, basado en principios ecológicos y el entendimiento a los ecosistemas naturales. Los Agroecosistemas incluyen especies cultivadas y especies con las cuales comparten espacio, variación genética, distribución espacial, temporal y vertical de las especies y los procesos funcionales que ambas llevan a cabo (Pérez y Macías, 2012). Busca la producción sustentable de alimentos, materias primas, y servicios ambientales, contribuyendo al bienestar de la sociedad.

Los ecosistemas agrícolas son sistemas antropogénicos su origen y mantenimiento van asociados a la actividad del hombre, que ha transformado la naturaleza para obtener principalmente alimentos (AEET, 2007). El agroecosistema también se caracteriza por estar sometido por el hombre a continuas modificaciones de sus componentes, estas modificaciones abarcan desde el comportamiento de los individuos hasta la dinámica y composición de las poblaciones (Pérez y Macías, 2012).

2.7.1 Cuencas hídricas

Una cuenca es un sistema. Es el terreno de dónde el agua, sedimentos y materiales disueltos drenan a un punto en común a lo largo de un arroyo, humedal, lago o río. Por cada cuenca, hay un sistema de drenajes que transportan agua de lluvia a sus salidas, sus márgenes están marcadas por los puntos más altos de este terreno alrededor del cuerpo de agua (Georgia Adopt-A-Stream, 2003).

Los agostaderos funcionan como cuencas hidrológicas donde se captura, infiltra y almacena el agua para su posterior uso tanto en áreas rurales como en los centros urbanos (Carranza *et al.*, 2012). México tiene alrededor de 300 cuencas hidrológicas que debieran captar 400 km³ de agua. Sin embargo, la capacidad de estas cuencas se ha reducido debido al deterioro de los agostaderos (Carranza *et al.*, 2012).

2.7.2 Importancia y uso de las cuencas hídricas

Como recurso natural es utilizada por todos. Algunos de sus usos son: para tomar, cocinar, para el aseo, para actividades recreativas como nadar, navegar en bote, pescar; es un importante elemento de transportación y entre otras cosas para producir energía, además de su uso esencial en la agricultura y en la producción animal, sin embargo, ante la notoria pérdida de los recursos naturales, encontramos que los mantos acuíferos y cuencas hídricas se encuentran cada vez más deteriorados. Los árboles reducen los riesgos de erosión hídrica por medio de la protección que brindan las copas de los árboles así mismo reducen la velocidad de las gotas de lluvia (Petit & Suniaga, 2005).

Las masas de agua las podemos encontrar como océanos, lagos, lagunas, ríos y mares, que tienen una forma en particular y una gran utilidad en su combinación con los ecosistemas, las cuencas hidrográficas son de gran importancia para la conservación de la tierra y de todo ser vivo que en ella habita.

2.7.3 Recurso suelo

El suelo puede definirse como la composición de materia orgánica, minerales y agua, sin embargo, existen diferentes tipos y texturas. La infiltración del agua en el suelo muestra una mejora en la estructura superficial (Murray *et al.*, 2012).

El suelo es considerado también como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos (GeoMéxico., 2004).

Así como en México y a nivel mundial, el suelo sufre una degradación acelerada como consecuencia principalmente de diversas actividades humanas (GeoMéxico., 2004). El cambio en el uso del suelo es una de las principales amenazas para el sector agropecuario (Carranza *et al.*, 2012).

2.8 Importancia y uso del suelo

El suelo es un subsistema fundamental del ecosistema forestal, con características físicas, químicas y biológicas decisivas en su fertilidad (Fassbender., 1966. Citado por Murray *et al.*, 2010). Las principales características físicas que influyen sobre la estructura del suelo son la profundidad del espacio enraizable; el régimen de agua (agua útil y drenaje) y de aire (Murray *et al.*, 2010). La infiltración del agua en el suelo muestra una mejora en la estructura superficial.

2.8.1 Cambio climático y Ganadería

El aumento acelerado de la población humana trae consigo un evidente incremento de alimentos y a su vez un daño desmedido al medio ambiente por satisfacer las necesidades básicas del ser humano. El cambio climático es resultado del uso intensivo de la atmósfera como receptora de emisiones de los gases de efecto invernadero: dióxido de carbono, metano y óxido nitroso (Solorio *et al.*, 2014).

El calentamiento global es la manifestación más evidente del cambio climático y se refiere al incremento promedio de las temperaturas. Los gases producidos por estas actividades se liberan a la atmósfera y cambian su composición. También contribuye el proceso acelerado de pérdida de bosques y vegetación en regiones muy amplias de nuestro país (Solorio *et al.*, 2014).

Actualmente la vida silvestre se ha convertido en un producto rentable para los propietarios de los ranchos o ejidos, por lo que les conviene a sus titulares proteger los ecosistemas y preservar la población de las especies, cuidar su desarrollo y calidad, incluso invertir en complementos alimenticios, aprovechando los recursos de manera no extractiva (Zamorano., 2009). Dado el manejo de los recursos naturales del pastizal a través de la ganadería extensiva, es importante dar seguimiento a su producción, a su capacidad de carga, y a la condición de la vegetación en la cual se sustenta la ganadería y que las dos formen parte de la cuenca. Los agostaderos son áreas naturales que por tener ciertas características no son aptas para la agricultura (Carranza *et al.*, 2012). Sin embargo, en la mayoría

de los casos solo se procura la producción animal y no se toma ningún tipo de medida para evitar el problema ambiental que causa la ganadería.

2.8.2 Contaminación agropecuaria

La producción agropecuaria está muy relacionada con el cambio climático, al cual contribuye, pero del cual también se perjudica (Ku Vera *et al.*, 2014). Desde cualquier ángulo que se la mire, escalas de producción, nivel de ingreso, patrones tecnológicos, sistemas agroecológicos, la agricultura mexicana es extremadamente heterogénea; sin embargo, se le puede caracterizar por ser el reducto de la población más pobre del país, por su bajo nivel tecnológico y por el deterioro de los recursos naturales que emplea (Pérez., 2008).

Las principales causas que provocan la degradación de suelos en el país, son el sobrepastoreo, la deforestación y el cambio de uso del suelo, debido principalmente a actividades agropecuarias (GeoMéxico., 2004). Ha sido a partir de los años 80's cuando empezó a dársele importancia al deterioro de los recursos naturales debido a la producción agropecuaria, y así se han detectado diez estados que superan la capacidad de los ecosistemas siendo estos Sinaloa, Jalisco, Guanajuato, Querétaro y el estado de México (Carranza *et al.*, 2012).

En el ganado rumiante, una vez que es ingerido el alimento, ocurren pérdidas importantes de energía en las heces, la orina y en el eructo. Son de especial importancia las pérdidas de energía en el eructo como gas metano (CH₄) porque una vaca de 500 kg de peso puede producir diariamente hasta unos 600 litros de gas metano que es vertido al ambiente con el consecuente efecto sobre el cambio climático (Ku Vera *et al.*, 2014).

El sector agropecuario es el principal usuario del agua en la mayor parte del mundo, así como el mayor generador de contaminación difusa. La extracción promedio de agua dedicada al riego agrícola es de 70% con extremos que van desde el 3% hasta el 92% (World Resources Institute, 2003 citado por Pérez-Espejo, 2008). Estos son

solo algunos ejemplos. En México el sector agropecuario usa el 78% del agua extraída (Pérez-Espejo, 2008).

2.8.3 Árboles y arbustos dispersos

A pesar de que los productores conocen de las ventajas de los servicios que ofrecen los árboles al tenerlos dentro de los potreros, no hay un aprovechamiento potencial de los árboles, son manejados bajo conocimientos locales. Se necesita estandarizar la densidad arbórea, que pueden ser mantenidas dentro de los potreros, asimismo ampliar los conocimientos de usos de las especies existentes, para diversificar las especies (Martínez *et al.*, 2011).

La asociación de árboles con arbustos y gramíneas mejora la digestibilidad y permiten un mejor aprovechamiento del suelo y agua en el sistema así como también se mejoran las condiciones de pastoreo. Los árboles y arbustos forrajeros constituyen un recurso estratégico para mejorar los sistemas ganaderos, sin embargo, el valor nutricional de dichas especies casi siempre es desconocido por los ganaderos (Lara *et al.*, 2012).

2.9 Plantaciones maderables y frutales

Este sistema se refiere al aprovechamiento de pastizales y animales en plantaciones de especies maderables y frutales, es una alternativa que permite al productor diversificar la producción, con lo cual se busca generar ingresos tempranos antes del turno forestal y reducir costos del control de malezas durante los primeros años (Villanueva *et al.*, en Maldonado 2013).

La regeneración de pastos en las plantaciones forestales, y la influencia económica y cultural que la ganadería mantiene ocasiona que diversos ganaderos introduzcan o reintroduzcan sus animales dentro de las plantaciones forestales a diferentes tiempos de vida de la plantación, lo cual varía de 2 a 3 años, cuando a criterio de los ganaderos los árboles ya resisten la defoliación, rascado, pisoteo, entre otras acciones (Villanueva *et al.*, en Maldonado 2013).

2.9.1 Barreras

Las barreras vivas son otro tipo de SSP que pueden presentarse en forma de cultivo en callejones en terrenos con pendientes pronunciadas, el objetivo es proteger el suelo contra la erosión, reduciendo la velocidad de la bajada del agua y atrapando partículas de suelo (Maldonado 2013). Las barreras o cortinas rompevientos también son un hábitat para distintas especies animales y pueden formar parte de un paisaje.

Es una práctica de control que puede ser utilizada en áreas agrícolas, pastizales, áreas desprovistas de vegetación y en zonas urbanas también. Reducen la velocidad del viento y el movimiento del suelo, conservan la humedad y regulan las condiciones del microclima, además de incrementar la belleza del paisaje (SEMARNAT, 2010).

2.9.2 Bancos de proteína

Son áreas plantadas con altas densidades de reconocido valor forrajero, proteína cruda y digestibilidad, para alimentar el ganado, también puede producir leña según el manejo (Maldonado 2013). Pueden establecerse en lugares cercanos al pastoreo y controlarse o usarse mediante ramoneo.

Un banco de proteína puede verse también como un área compacta, sembrada con leguminosas forrajeras herbáceas, rastreras o erectas, o bien de tipo arbustivo, que se emplean para corte o pastoreo por rumiantes (bovinos, ovinos o caprinos), como complemento al pastoreo de praderas de gramíneas, principalmente en las regiones tropicales (SEMARNAT, 2010).

2.9.3 Materia Orgánica

Se refiere a la existencia de restos y residuos orgánicos incorporados al suelo y si están más o menos transformados, la cantidad de materia orgánica (M.O) se estima a partir del color y se verifica con un análisis de laboratorio (Porta *et al*, 2003). La M.O no humificada se integra por biomasa vegetal procedente de la parte aérea de la vegetación y raíces, y de restos, deyecciones y secreciones de animales (Porta *et al.*, 2003).

III. JUSTIFICACIÓN

En los trópicos la producción animal durante la época de secas se encuentra limitada por la escasez de forraje, y el manejo inapropiado del ganado y los recursos naturales, lo cual reduce la producción animal. Además, la utilización de insumos externos en los ranchos ganaderos para la alimentación aumenta la inversión en la producción animal (Rojas y Benavides, 1994).

Como consecuencia del elevado impacto de la actividad humana, en el territorio del municipio de Zacazonapan se tiene la presencia de vegetación secundaria de selva caducifolia, la cual ha desplazado a la vegetación primaria de selva baja caducifolia, principalmente por el cambio de uso de suelo para el establecimiento de potreros en el sector pecuario y la siembra de cultivos agrícolas (SEMARNAT, 2015). Por lo anterior, es necesario la aplicación de prácticas de aprovechamiento que permitan la conservación de la vegetación primaria y secundaria, proceso en el cual el establecimiento de sistemas silvopastoriles es muy importante. Asimismo, se requiere un registro de las especies vegetales arbustivas o arbóreas presentes para conocer y seleccionar las especies con mayor potencial de aprovechamiento por los ganaderos o agricultores de la región. El objetivo de la investigación fue Identificar y caracterizar los recursos arbóreos presentes en un sistema agrosilvopastoril en el rancho ganadero Corral Viejo en Zacazonapan México.

IV. HIPÓTESIS

En el sistema agrosilvopastoril presente en el Rancho ganadero Corral Viejo en el Municipio de Zacazonapan, existe gran diversidad de especies arbóreas forrajeras.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Identificar y caracterizar los recursos arbóreos presentes en un sistema agrosilvopastoril en el rancho ganadero Corral Viejo en Zacazonapan México.

5.2 Objetivos específicos

- Identificar taxonómicamente las especies arbóreas (árboles y arbustos).
- Identificar los cultivos agrícolas del sistema agrosilvopastoril.
- Determinar la altura de los árboles y arbustos forrajeros.
- Estimar el diámetro del tallo a la altura del pecho de los árboles.
- Estimar la densidad, frecuencia relativa y abundancia de árboles por hectárea.
- Identificar los usos que los pobladores dan a los árboles y arbustos.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Sitios de estudio

El trabajo se desarrolló en cuatro sitios de estudio; el sitio uno se consideró como silvopastoril, el sitio 2 se consideraron agrosilvopastoril con milpa (calabaza, frijol, maíz y árboles) y el sitio 3 sistema agrosilvopastoril (pradera de pasto introducido camello y arboles), el sitio 4 es un potrero con sistema agrosilvopastoril (con pasto mombaza). Los sitios están ubicados en El Rancho Corral Viejo de la comunidad El Potrero municipio de Zacazonapan (Figura 1.), limita al norte con Otzoloapan y Valle de Bravo; al sur con Temascaltepec, Tejupilco y Luvianos; al este con Valle de Bravo y Temascaltepec; y al oeste con Luvianos y Otzoloapan, las coordenadas geográficas entre las que se ubica el municipio son los paralelos $19^{\circ}00'17''$ y $19^{\circ}16'17''$ de latitud norte y del meridiano $100^{\circ}12'55''$ al meridiano $100^{\circ}18'13''$ de longitud al oeste, la altura media de este municipio es de 1470 metros sobre el nivel del mar (Pedraza, 1999). El presente trabajo se llevó a cabo en el periodo de junio a octubre del 2024

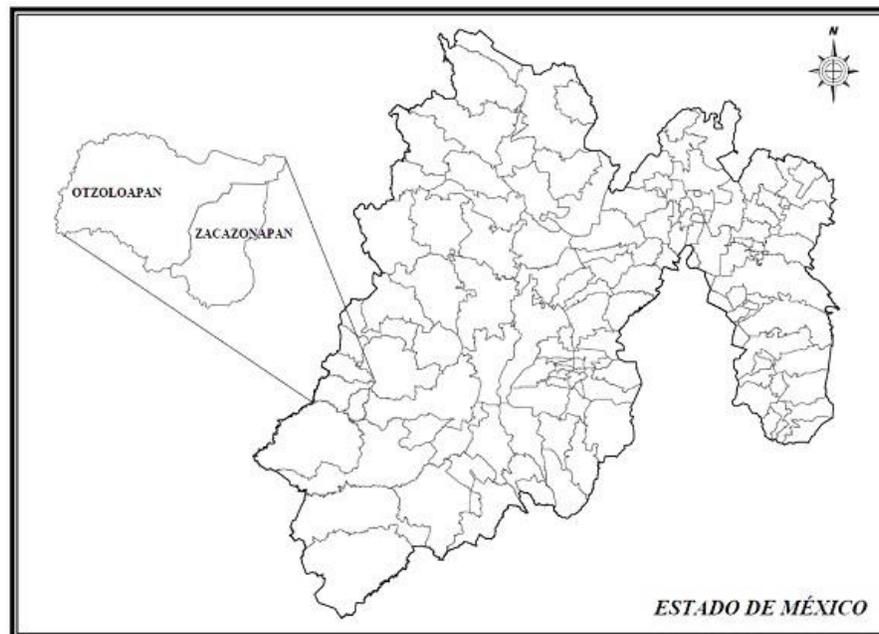


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Zacazonapan Estado de México

6.2 materiales y métodos

6.2.1 Materiales

- Cinta métrica
- Clinómetro
- Cámara fotográfica
- Libreta
- Bolígrafo
- Lápiz

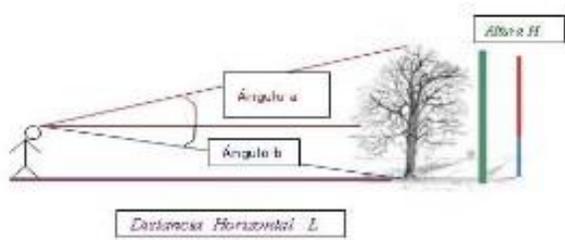
6.2.2. Variables de estudio

- Diversidad de especies arbóreas (árboles y arbustos).
- Identificar los cultivos agrícolas del sistema agrosilvopastoril.
- Determinar las características dasométricas: altura y diámetro del tallo a la altura del pecho de los árboles.
- Estimar la densidad de árboles por hectárea.
- Identificar los usos que los pobladores dan a los árboles y arbustos.

6.3 METODOLOGIA

6.3.1 Medidas dasometricas: altura y diámetro

El desarrollo dasométrico se midió en árboles de diferentes especies presentes en las áreas de muestreo en 6 transectos (10m²). Los árboles de cada especie se seleccionaron al azar para la medición de las variables altura y diámetro a la altura del pecho. (Figura 2); el diámetro basal (DB) a 10 cm de la base del suelo, y el diámetro a la altura del pecho (DAP) (Figura 3) (Sosa et al. 2004, González et al. 2006).



$$H=L. \times \text{Tangente} (\text{ángulo A} + \text{ángulo B})$$

Donde: H= altura

L= distancia horizontal

Figura 2. Medición de la altura de un árbol utilizando clinómetro



Ilustración 3. Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) y diámetro basal (DB) en árboles

6.3.2 Identificar taxonómicamente las especies arbóreas (árboles y arbustos)

Para la identificación botánica se registró el nombre común y se colectaron ramas (tallo, hojas, flor y/o fruto) de cada especie. La identificación se realizará en el Centro Universitario UAEM Temascaltepec, de la Universidad Autónoma del Estado de México, cotejando las características con ejemplares de herbario y claves de

identificación (Nair, 1997; Sosa et al., 2004; Pennington y Sarukhan, 2005; González et al., 2006).

6.3.3 Identificar los usos que los pobladores dan a los árboles y arbustos

Se aplicaron 20 encuestas a pobladores de la región donde se les pregunto por el nombre que conocen los árboles, si es nombre común o científico, si utilizan los árboles para leña, sombra, postes, cerca viva, medicinal, consumo, ornato o frutal y también si sus animales consumen algunos de esos árboles y cuáles son las partes que consumen (follaje, fruta, flor o todas sus partes).

6.3.4 Medidas

Frecuencia

En el análisis de frecuencia no es importante si una especie ocurre más de una vez en una sub-muestra, la frecuencia es simplemente una medida de presencia o ausencia. La frecuencia es expresada como porciento, la cual es obtenida de la siguiente forma:

$$\% \text{ de frecuencia} = \frac{\text{número de sub-muestra en la cual la especie está presente} \times 100}{\text{Número total de sub-muestras}}$$

Densidad

Densidad es el número de plantas o partes específicas de una planta por unidad de área. El número también puede ser expresado como abundancia en el cual los conteos actuales no son hechos, pero, para lo cual cada especie es estimada como perteneciente a una clase de abundancia (Caín y Castro, 1959).

6.3.5 Análisis de datos

La información de usos, densidad, frecuencia, cobertura. Relativa, así como las variables relacionadas con el diagnóstico dasométrico, se analizarán con estadística descriptiva (Steel y Torrie, 1988).

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 I Identificación taxonómicamente de las especies de árboles en el SSP

El cuadro muestra la cantidad de árboles que existen en los potreros donde los árboles que se encuentran con mayor frecuencia son los de la familia Fabácea donde muestra 8 especies diferentes de árboles con un 47.05%, después se encuentra los de la familia Malvácea con 2 especies diferentes de árboles con un 11.76%, las 7 especies restantes que son de las siguientes familias: Sterculiaceae, Anacardiaceae, Bignoniaceae, Convolvulaceae, Myrtaceae, Rosaceae y Burseraceae los cuales solo mostraron una sola especie con un porcentaje de 5.8 cada una.

Tabla 1. Especies de plantas identificadas en los potreros del rancho.

Espece Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
Brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>	Fabáceas
Cabrigo	<i>Ficus insipida</i>	Malvaceae
Cazahuate	<i>Ipomoea murucoides</i>	Convolvulaceae
Ceiba	<i>Ceiba</i>	Malvaceae
Cirian	<i>Crescentia alata Kunth</i>	Bignoniaceae.
Ciruelo	<i>Prunus domestica</i>	Rosaceae
Cuachalalate	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Anacardiaceae
Cuitaz	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Fabáceas
Espino herrero	<i>Mimosa benthamii</i>	Fabáceas
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i>	Myrtaceae
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Fabáceas
Guaje prieto	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabáceas

Guazima	<i>Guzuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabáceas
Pinzan	<i>Pithecelobium dulce</i>	Fabáceas
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Fabáceas



Origen: Fuente propia

Ilustración 1. Diferentes especies de árboles encontradas en los potreros.

En la siguiente tabla se muestra las 6 especies agrícolas identificadas en el rancho corral viejo, de las cuales son introducidas por el dueño para darles un uso con el ganado, en la especie del maíz (*Zea mays*) se siembra para posteriormente cosecharlo y utilizarlo como alimento para el ganado, el frijol (*Phaseolus vulgaris*) y la calabaza (*Cucurbita pepo*) son utilizados para consumo humano. También encontramos tres tipos de pasto los cuales se

introdujeron a los potreros mediante siembra estos son aprovechados por el ganado, los cuales son consumidos todo el año.

Tabla 2 Especies agrícolas identificadas en los potreros del rancho.

Especie Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i>	Cucurbitaceae
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae
Maíz	<i>Zea mays</i>	Poaceae
Pasto camello	<i>Andropogon gayanus</i>	Poacea
Pasto llanero	<i>Andropogon virginicus</i>	Poacea
Pasto mombaza	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae



Origen: Fuente propia

Ilustración 2 Pasto mombaza (*Panicum maximum*) después de 35 días de ser sembrado

En la tabla 3 se muestran especies de forrajes naturalizados que encontramos en los potreros del rancho, cabe mencionar; que estos pastos son muy buenos ya que son resistentes a sequías, sobrepastoreo, plagas y no necesitan ser fertilizados con algún agroquímico. El origen de estos pastos en los potreros se debe a que las corrientes de aire

llevan la semilla y otros de ellos se pasan de otros potreros a través de estolones ya que son pastos rastreros como es el caso del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*).

Tabla 3. Especies de pastos naturalizados encontrados en los potreros del rancho.

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
Pasto estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Poaceae
Pasto jerga	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramineae
Zacate buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Poaceae



Origen: Fuente propia

Ilustración 3. Ganado bovino pastoreando en un potrero de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*).

7.2 Cultivos agrícolas del sistema agrosilvopastoril.

En el rancho Corral Viejo, se identificó la presencia del sistema agroecológico Milpa, donde se encontraron los cultivos de maíz criollo y maíz mejorado, mezclado con cultivo de calabaza tamalayota y calabaza pipiana, frijol de vara y frijol de matón.

En otra sección se identificó el cultivo de pastos introducidos Mombaza (*Panicum máximum*) y Camello (*Andropogon gayanus*).



Origen: Fuente propia

Ilustración 4. Sistema milpa con maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y calabaza (*Cucurbita pepo*).

7.3 Densidad de árboles en el potrero silvopastoril

La tabla 4, muestra el total de las especies de árboles presentes en el predio 1 denominado potrero de Sistema Silvopastoril con especies herbáceas forrajeras con dominancia de gramíneas. Se observó la presencia de 65 árboles en 6 transectos, cada transecto es de 10m. El árbol cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) presentó mayor densidad ya que en este predio se cuenta con una reserva de árboles de diferentes especies donde comúnmente los bovinos se meten a

regurgitar y a comer su follaje, en total fueron 46 arboles. Seguido por el espino herrero (*Mimosa benthamii*) que tuvo una densidad de 5 árboles, este tuvo una menor población debido a que se corta para utilizarlo como poste en cercas de alambre. En el potrero se identificaron 12 especies mas de árboles diferentes, de las cuales su población es muy baja.

Tabla 4. Densidad de árboles en 6 transectos de 10m en el predio 1, potrero silvopastoril.

Nombre común	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Σ
Cuitas	13	3	3	5	5	7	46
Frijolillo	3		1				4
Cirian	1				1		2
Tepehuaje		1		1	1		3
Espino herrero		1	2			2	5
Parota		1					1
Guásimo		1			1	1	3
Ciruelo			2				2
Limón			1				1

Granadillo		1	1	2
Palo de aro	3			3
Mora	1			1
Ceiba		1		1
Pinzan		1		1
Total				65



ente propia

Ilustración 5. Árbol de cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) en el sistema agrosilvopastoril con pasto camello (*Andropogon gayanus*).

7.1.3 Densidad de árboles en el potrero agrosilvopastoril con milpa

La tabla 5, muestra que en el potrero agrosilvopastoril con milpa se identificaron 7 especies de árboles, donde el cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) presentó mayor densidad, (11), sin embargo, es menor a la que se observó en el potrero 1, lo cual tiene relación con la limpia de los terrenos agrícolas para la siembra de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y calabaza (*Cucurbita pepo*), y donde se dejan solo los árboles de mayor altura o mayor edad dispersos en el potrero. Por lo tanto, se observó que la densidad de árboles fue menor al del potrero silvopastoril. Las características orografías del potrero como la presencia de barrancas y arroyos favorecen el crecimiento de los árboles de Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), ciruelo (*Spondias purpurea*) y espino herrero (*Mimosa bentharii*), debido a que estos crecieron por la orilla de la barranca y no se talan al momento de la siembra, observando en este potrero mayor densidad de árboles, respecto al potrero 1 del sistema silvopastoril, el cual presentó menor densidad de estos árboles, pero mayor riqueza de otras especies.



Origen: Fuente propia

Ilustración 6. Árbol de espino herrero (*Mimosa benthamii*).

7.1.4 Densidad de árboles en el potrero agrosilvopastoril con pasto Camello (*Andropogon gayanus*).

La tabla 6, muestra que en el potrero con pasto camello (*Andropogon gayanus*) se identificaron 8 especies de árboles, donde el cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) presento mayor densidad con un total de 20, sin embargo el numero de arboles de cuitaz(*Lysiloma divaricatum*) aumento en un 55% respecto al potrero 3 y disminuyo en un 43.4 % respecto al potrero 1 esto debido a que este predio es de pastoreo y el arbol de cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) no es talado para que el ganado bovino consuma su follaje. En segundo lugar encontramos al espino herrero (*Mimosa benthamii*) el cual fue introducido en una campaña de reforestacion para la preservacion de esta especie, el objetivo de introducir estos árboles en ese predio es para en un determinado

momento sean cortados y utilizados como madera (postes para cerca de alambre). En tercer lugar se encuentra el pinzan (*Pithecellobium dulce*) con una cantidad de 6 árboles, en este predio encontramos esta cantidad de arboles debido a lo antes mencionado que es un predio de pastoreo de gando bovino los cuales son utilizados como sombra, el gando consume sus vainas y follaje, este árbol lo encontramos con mayor frecuencia que en los demas predios esto se debe a que personas ansetros (abuelos) los conservaban para consumir sus frutos(vainas).

Tabla 6. *Densidad de árboles en 6 transectos de 10 m en el predio 2 , potrero de pasto Camello (Brachiaria hibrido).*

Nombre común	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Σ
Tepehuaje	1			1			2
Cuitas	2	3		2	9	4	20
Cabrigo	1						1
Pinzan	1	1		3		1	6
Limón							1
Espino herrero		1	2	4	4	1	12
Ceiba			1				1
Ciruelo			1	1			2



Origen: Fuente propia

Ilustración 7. Ganado bovino en pastoreo con praderas de pasto camello (*Andropogon gayanus*).

7.1.5 Densidad de árboles en el potrero agroilvopastoril con pasto mombaza (*Panicum maximum*).

La tabla 7, muestra que en el potrero con pasto mombaza (*Panicum maximum*) se identificaron 10 especies de árboles, donde el cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) presentó mayor densidad con un total de 13, sin embargo el número de árboles de cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) disminuyó en un 35% respecto al potrero 3 y disminuyó un 71.7% respecto al potrero 1, el cual es el que tiene mayor presencia de esta especie, debido a que este predio es de pastoreo y el árbol de cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) no es talado para que el ganado bovino consuma su follaje. En segundo lugar encontramos al Guasimo (*Guazuma ulmifolia*) con 7 árboles, este árbol se encuentra con esa cantidad ya que su fruto (vellota) al ser consumido por el ganado bovino y debido a que el dueño del rancho al momento

de introducir pasto mombaza (*Panicum maximum*) tenía planeado convertir ese potrero en un sistema silvopastoril a través del sistema ganadería regenerativa tuvo que conservar estas especies y otras especies más en el potrero. En tercer lugar se encuentra el huizache (*Vachellia farnesiana*) el cual nace ahí debido a lo antes mencionado y por ese motivo dejó esa especie, ya que en otros potreros del rancho se le da un control al huizache (*Vachellia farnesiana*) a través de la poda aplicando un herbicida al tocon, ya que por falta de asesoramiento técnico lo consideran como una plaga. Por último encontramos una especie nueva la cual es el cazahuate (*Ipomoea murucoides*) la cual solo encontramos un solo árbol donde el gando bovino consume las flores, así mismo tenemos al granadillo (*Dalbergia melanoxylon*) de este es aprovechada su sombra por personas y animales, su madera es utilizada para hacer herramientas de trabajo como el arado y el yugo.

Tabla 7. Densidad de árboles en 6 transectos de 10 m en el predio 2 , potrero de pasto mombaza (*Panicum maximum*)

Nombre común	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Σ
Tepehuaje	1	1		1			3
Parota	1						1
Granadillo	1						1
Guásimo	2	1	1		2	1	7
Cuitaz	2	4	1	3	2	1	13
Espino herrero			1			1	2

Cirian	2					2
Frijolillo	1		2			3
Cazahuate	1					1
Huizache			3	2	1	6
<hr/>						
Total						39
<hr/>						

Origen



Ilustración 8. Arbol de tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*) y pasto mombaza (*Panicum maximum*).

7.2.1 Frecuencia de especies de árboles en el potrero silvopastoril.

La tabla 8, muestra que el árbol cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) presentó mayor frecuencia con 55.3%, seguido por el árbol de espino herrero (*Mimosa benthamii*) con 6.1%, es importante resaltar que en este potrero se encontró ceiba (*Ceiba pentandra*), pinzan (*Pithecellobium dulce*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), mora (*Morus nigra*), con frecuencia de 1.5, sin embargo, son árboles que tienen diversas funciones dado que algunos son leguminosos y aportan sombra para el ganado.

Tabla 8. Frecuencia de los árboles en el potrero silvopastoril.

Especie	Frecuencia %
Cuitas	55.3
Frijolillo	6.15
Cirian	3.0
Tepehuaje	4.6
Espino herrero	7.6
Parota	1.5
Guásimo	4.6
Ciruelo	3.0
Limón	1.5
Granadillo	3.0
Palo de aro	4.6
Mora	1.5
Ceiba	1.5
Pinzan	1.5
Total	99.35

7.2.2 Frecuencia de especies de árboles en el potrero agrosilvopastoril con milpa.

La tabla 9, muestra que el árbol cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) presentó mayor frecuencia con 25%, seguido por el árbol de espino herrero (*Mimosa benthamii*), Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*) y ciruelo (*Spondias purpurea*) ambos con 20.4%. es importante resaltar que en este potrero se encontró granadillo (*Dalbergia melanoxylon*) con 11.3% y el Cabrigo (*Ficus insipida*) con 2.2%, sin embargo, son árboles que tienen diversas funciones dado que algunos son leguminosos y aportan sombra para el ganado, otros como el ciruelo (*Spondias purpurea*) aportan frutos para las personas.

Tabla 9. Frecuencia de árboles en el potrero agrosilvopastoril con milpa.

Especie	Frecuencia %
Tepehuaje	20.4
Granadillo	11.3
Espino herrero	20.4
Ciruelo	20.4
Cuitas	25
Cabrigo	2.2
Total	99.7

7.2.3 Frecuencia de especies de árboles en el potrero con pasto Camello (*Andropogon gayanus*).

La tabla 10, muestra que el árbol cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) presentó mayor frecuencia con 44.4%, seguido por el árbol de espino herrero (*Mimosa benthamii*) con 17.7, el pinzan (*Pithecellobium dulce*) presento 13.3, el Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*) y ciruelo (*Spondias purpurea*) ambos con 4.4%. es importante resaltar que en este potrero se encontró el Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*) y el ciruelo (*Spondias purpurea*) con 4.4 %, una ceiba (*Ceiba pentandra*) y un Cabrigo (*Ficus insipida*) con 2.2%, sin embargo, son árboles que tienen diversas funciones dado que algunos son leguminosos y aportan sombra para el ganado, otros como el ciruelo (*Spondias purpurea*) aportan frutos para las personas.

Tabla 10. Frecuencia de árboles en el potrero con pasto Camello (*Andropogon gayanus*)

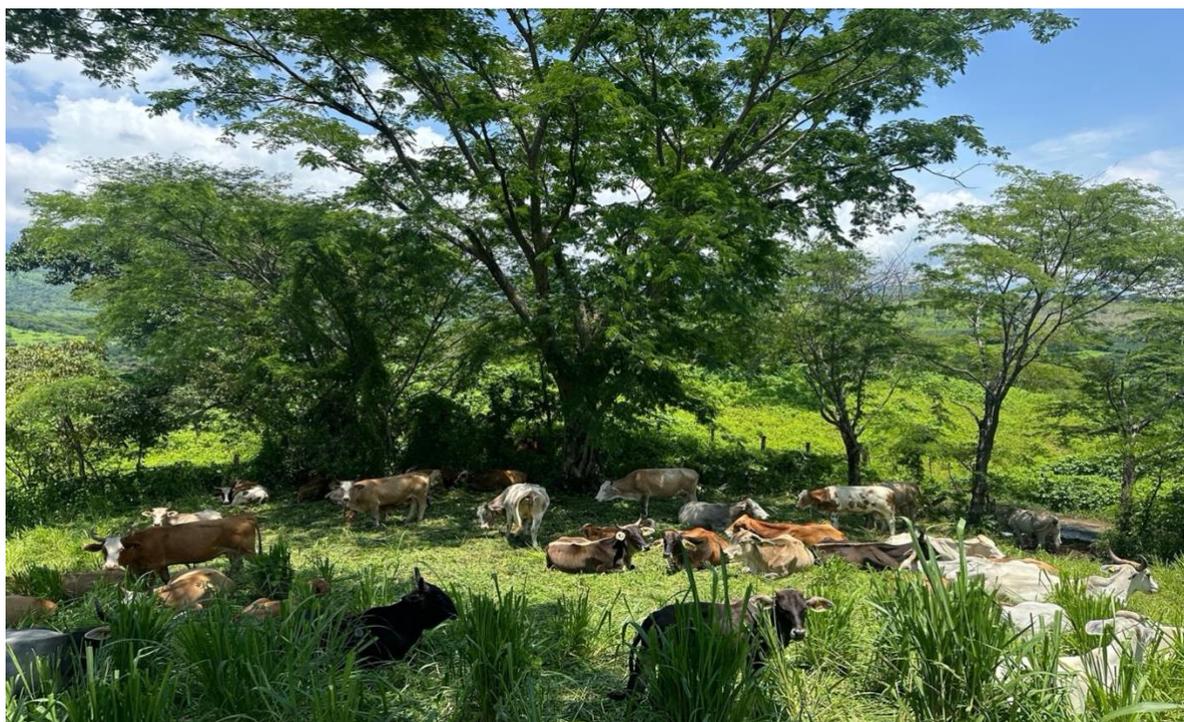
Especie	Frecuencia %
Tepehuaje	4.4
Cuitas	44.4
Cabrigo	2.2
Pinzan	13.3
Limón	2.2
Espino herrero	17.7
Ceiba	2.2
Ciruelo	4.4
Total	99.7

7.2.4 Frecuencia de especies de árboles en el potrero con pasto mombaza (*Panicum maximum*).

La tabla 11, muestra que el árbol cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) presentó mayor frecuencia con 33.3%, seguido por el árbol guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con 17.9%, después encontramos al huizache (*Vachellia farnesiana*) debido a que estas muestras fueron tomadas en un potrero silvopastoril, por lo tanto podemos encontrar diferentes tipos de árboles en comparación con los otros potreros del rancho, también tuvimos la presencia del Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*) con una frecuencia de 7.6, sin embargo, es importante resaltar que se tiene la presencia de una parota con una frecuencia de 2.5% esta es importante ya que su fruto (vaina) es consumida por el ganado bovino y también por las personas, todos los arboles antes mencionados tienen diversas funciones dado que algunos son leguminosos y aportan sombra para el ganado, otros aportan frutos para las personas.

Tabla 11. Frecuencia de arboles en el potrero con pasto mombaza (*Panicum maximum*)

Especie	Frecuencia
Tepehuaje	7.6
Parota	2.5
Granadillo	2.5
Guásimo	17.9
Cuitaz	33.3
Espino herrero	5.1
Cirian	5.1
Frijolillo	7.6
Cazahuate	2.5
Huizache	15.3
Total	99.4



Origen: Fuente propia

Ilustración 9 Ganado regurgitando abajo de la sombra de una parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en el potrero con pasto mombaza (*Panicum maximum*).

7.3 Tabla de la Densidad de árboles por hectarea

La tabla 12, muestra que el potrero del sistema silvopastoril, presentó mayor número de árboles por hectárea. El sitio del sistema agrosilvopastoril con pasto camello presentó 13.3% más densidad de árboles que el sistema agrosilvopastoril con pasto mombaza y 2.7% menos densidad de árboles que el sistema agrosilvopastoril con milpa.

El predio con pasto mombaza presenta menor densidad de árboles lo que pudo deberse a que anteriormente el predio se sembró con milpa y se talaron árboles, después se conservaron arboles debido a que el dueño quería hacer un sistema silvopastoril con el sistema de ganadería regenerativa y por eso se están preservando arboles de diferentes especies, también se debe a que la topografía del terreno es accidentada y no tiene presencia de agua.

Por superficie total de terreno se observa que la mayor superficie la presenta el sistema silvopastoril y por ende presenta el mayor número de árboles. En este sitio se encuentran áreas de reserva de bosques que no son talados para la siembra, pero si se utilizan para postes, pero su tala es con menor frecuencia, también son aprovechados por los animales en el pastoreo al consumir sus follajes y los frutos.

Tabla 12 Densidad de árboles por hectárea en el rancho Corral Viejo, Zacazonapan, México.

Nombre del predio	Número total de árboles en 100m.	Superficie total del potrero.	Árboles/ha	Número total de árboles en los potreros.
1. Potrero de Sistema Silvopastoril.	65	4ha.	108.3	433.3
2. Potrero con Sistema Agrosilvopastoril con milpa.	44	1 ha.	73.3	73.3
3. Potrero con Sistema Agrosilvopastoril con pasto camello.	45	1 ha.	75	75
4. Potrero con Sistema Agrosilvopastoril con pasto mombaza.	39	3 ha.	65	195

Para sacar la densidad de árboles se desarrolló la siguiente fórmula, con esta pudimos saber la cantidad aproximada de árboles que tiene cada potrero, ya que los potreros son distintos por que unos tienen mayor superficie que otros.

Formula:

$$\frac{\text{Total de árboles en la muestra} \times 100}{\text{Metros lineales de la muestra}} \times \text{Total de hectáreas del potrero}$$



Origen: Fuente propia

Ilustración 10. Diferentes especies de árboles encontradas en un potrero.

7.4 Promedio de altura del árbol cuitaz (*Lysiloma divaricatum*).

En la tabla 13 se muestra el promedio de altura del árbol denominado cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) ya que fue el árbol con mayor frecuencia en los potreros. El árbol presentó el promedio más alto con 13.21 m, en la muestra 2 del Potrero en el Sistema Agrosilvopastoril asociado con pasto mombaza. El mismo árbol presentó la menor altura de 9.5m en la muestra 2 del Potrero del Sistema Silvopastoril.

Tabla 13. Promedio de altura del árbol cuitaz (*Lysiloma divaricatum*) en los potreros.

Potrero	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M6
1	10.23	9.5	10.6	12.6	10.9	9.8
2	0	11.7	0	13.13	13.4	9.6
3	11.6	9.8	0	9.6	9.9	13.6
4	12.17	13.21	9.8	11.9	10.6	13.1



Origen: Fuente propia

Ilustración 11. Midiendo la altura de una parota (*Enterolobium cyclocarpum*) con la ayuda de el clinometro.

7.5 Promedio de altura del árbol Espino herrero (*Mimosa benthamii*).

En la tabla 14 se muestra el promedio de altura del árbol denominado Espino herrero (*Mimosa benthamii*) ya que fue el segundo árbol con mayor frecuencia en los potreros. El árbol presentó el promedio más alto con 4.4m, en la muestra 3 del Potrero de Sistema Silvopastoril. El mismo árbol presentó la altura de 2.6m en la muestra 6 del Potrero del Sistema Silvopastoril.

Tabla 14. Promedio de la altura del árbol Espino herrero (*Mimosa benthamii*).

Potrero	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M6
1	0	3.9	4.4	0	0	2.6
2	3.8	3.6	0	2.9	0	0
3	0	3.5	4	3.4	3.3	3.1
4	0	0	2.9	0	0	3.3

7.6 Promedio de altura del árbol Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*).

En la tabla 15 se muestra el promedio de altura del árbol denominado Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*) ya que fue el tercer árbol con mayor frecuencia en los potreros. El árbol presentó el promedio más alto con 21.16m, en la muestra 5 del Potrero de Sistema Silvopastoril. El mismo árbol presentó la altura de 10.8m en la muestra 4 del Potrero del Sistema Silvopastoril.

Tabla 15. Promedio de la altura del árbol Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*).

Potrero	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M6
1	0	13.9	0	10.8	21.16	0
2	14.3	13.3	12.8	0	16.6	16.4
3	14.8	0	0	15.6	0	0
4	16.5	16.5	0	15.18	0	0

7.5 Usos de los árboles en la comunidad El Potrero, Zacazonapan, México.

La vegetación arborea del rancho Crral Viejo, presenta multiples usos: como leña para cocinar, los arboles que sobresalen son: Pinzan, guacimo, espino herrero, cuitaz, granadillo, tepeguaje, guaje prieto, brasil y eucalito. Para postes fueron: Espino herrero, cuitas, tepehuaje, granadillo. Para cerca viva fueron: pinzan, guacimo, espino herrero, cuitas, granadillo, tepehuaje, parota, guaje prieto, eucalipto, jote. Para medicina fueron: Coachalalate, cirian y eucalipto. Para frutos fueron: pinzan, parota, guaje prieto y cazahuate. Para herramientas fueron: granadillo, tepehuaje y guasimo. Para artesanias fueron: parota y brasil (Tabla 16).

Tabla 16. Frecuencia de la utilización de los árboles.

Nombre común del arbol	Leña	Postes	Cerca viva	Medicina	Fuente de frutos	Artesanías	Herramientas (especificar)	Otros usos
Pinzan	100%	60%	100%	50%	100%	0%	0%	0%
Guácimo	80%	0%	100%	0%	0%	0%	20%	0%
Espino herrero	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Cuitaz	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Granadillo	100%	100%	100%	0%	0%	0%	20%	25%
Cuachalalate	0%	0%	20%	100%	0%	0%	0%	0%
Cirian	0%	0%	85%	100%	0%	0%	0%	0%
	100%	100%	100%	10%	0%	0%	20%	0%

Tepehuaje								
Parota	20%	85%	100%	0%	90%	80%	0	100%
Ceiba	0%	15%	25%	0%	0%	0%	0%	100%
Guaje prieto	100%	95%	100%	0%	100%	0%	0%	0%
Brasil	90%	10%	95%	0%	0%	80%	0%	0%
Cabrigo	0%	0%	95%	0%	0%	0%	0%	25%
Cazahuate	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Eucalipto	35%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
Palo de aro	0%	35%	65%	0%	0%	0%	0%	25%
Ciruelo	0%	30%	100%	0%	0%	0%	0%	5%

Jote	0%	30%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
------	----	-----	------	----	----	----	----	----

VIII. CONCLUSIÓN

En el rancho ganadero Corral Viejo ubicado en el municipio de Zacazonapan, México se identificaron 17 especies arbóreas distribuidas en 4 sistemas productivos ganaderos; el sistema silvopastoril, sistema agrosilvopastoril con milpas, sistema agrosilvopastoril con pasto camello (*Brachiaria híbrido*) y sistema agrosilvopastoril con pasto mombaza (*Panicum maximum*). El sistema silvopastoril presentó mayor cantidad de árboles por hectárea (108.3), lo cual indica que la riqueza arbórea del rancho es mayor donde no se cultivan pastos no se encuentra el sistema Milpa, lo anterior es debido a que para el establecimiento de estos los ganaderos realizan tumba de árboles porque los ganaderos creen que la sombra evita el crecimiento de los pastos.

La familias de especies arbóreas con mayor distribución fueron las leguminosas o fabáceas, por lo que los árboles con mayor frecuencia y mayor densidad fueron los tepeguajes, cuitaz y huizaches.

Los usos de árboles indentificados de acuerdo a las encuestas con los productores se destaca que tienen diversos usos o son multifuncionales debido a que dan beneficios al ganado y a los ganaderos proporcionan alimento para ambos y son fuente de leña cercos, medicinas, postes vivos, ofrecen frutos comestibles y además brindan sombra y bienestar al ganado y a los ganaderos.

IX. REFERENCIAS

- Alonso, J.; Torres, O.; Ruíz, T.E.; Febles, G.; Cárdenas, G.; Achan, G. Estudio de la avifauna asociado a un sistema silvopastoril leucaena-guinea con diferentes edades de establecimiento, número 2, volumen 38, pp203-210, La Habana, Cuba. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, CATIE. Serie Técnica.
- Benavides, J. E. 1994. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". pp. 1-22.
- Bray, David y Leticia Merino-Pérez (2004), Los bosques comunitarios de México: logros y desafíos, Editora Infagón, México.
- Bustamante, J. y Romero, F. 1991. Producción ganadera en un contexto agroforestal: Sistema silvopastoriles. Carta de Rispal; 20:3- 11. Costa Rica.
- Carranza, M.M.A., Sánchez, V.L.R., Pineda, L.M.R., Cuevas, G.R. 2012. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México. Agrociencia. 37:203-210.
- Casasola, F., Ibrahim, M., Hervey, C. y Kleinn, C. 2001. Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moroponte, Estelí, Nicaragua. Avances de Investigación. Agroforestería en las Américas. Costa Rica. 8(30):17-20.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) (2013), Estrategia de Incremento a la Producción y Productividad Forestal Nacional 2013-2018, CONAFOR, Guadalajara.
- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Flores, Rogelio, Enrique Serrano, Víctor Palacio y Gonzalo Chapela (2007), "Análisis de la industria de la madera aserrada en México", Madera y Bosques, 13 (1), Instituto de Ecología, Xalapa, pp. 47-59, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61713105>, 20 de abril 2010.
- González C (2006) Especies Vegetales de Importancia Económica en México. Porrúa. México. pp 13-305. Informe Técnico No 236. V 1, p.305-320.

- Ku Vera, J., Albores, M. S., Canul, S. J., Piñeiro, V. A., Alayón, G.J., Ayala, B. A., Aguilar, P. C., Solorio, S. F & Ramírez, A. L (2014). Ganadería y cambio climático: mitigación de gases de efecto invernadero en rumiantes. Departamento de Nutrición Animal.
- Maldonado García, N.M (2013) Los sistemas silvopastoriles en Tabasco. Una opción para desarrollar una ganadería productiva y amigable con la naturaleza. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Montenegro, Johnny; Abarca, Sergio.2004. Los sistemas silvopastoriles y el calentamiento global: un balance de emisiones, número 1, volumen 26, pp17-24, universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica
- Murray, N.R.M., Bojórquez, S. J. I., Orozco, B. Ma.G., Hernández, J. A., Nájera, G. O., Ontiveros, G. H.M (2012). El sistema agroforestal modifica el contenido de materia orgánica y las propiedades físicas del suelo de la llanura costera norte de Nayarit.
- Murray, N.R.M.,Bojórquez, S.J.I., Orozco, B. Ma.G., Hernández, J.A., Nájera, G.O., Ontiveros, G.H.M Y Ortega, J. A (2010). Influencia de especies agroforestales sobre las propiedades físicas de un suelo fluvisol haplico de llanura costera Norte de Nayarit. V Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. Bienestar Animal en Sistemas Silvopastoriles .
- Ramírez, A.L., Solorio, S.F.J., Sarabia, S.L., Solorio, S.B., Pérez, A.C., Ayala, B.A & Ku Vera, J.C (2014). Estrategias agronómicas para el establecimiento exitoso de sistemas silvopastoriles intensivos. Cuerpo Académico de Nutrición de Rumiantes y Medio Ambiente en el Trópico. CCBA. Yucatan.
- Rivera-Herrera, Julián Esteban; Molina-Botero, Isabel; Chará-Orozco, Julián; Murgueitio-Restrepo, Enrique; Barahona-Rosales, Rolando. 1999. Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI) herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático, número 3, volumen 17, pp501-507, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida Yucatán, México.
- Rojas, H. y Benavides, J.E. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de Morera (Morus sp). In: Benavides, J.E.
- Russo, R. O. 2003. Reflexiones de los sistemas silvopastoriles, número 2, volumen 38, pp157-161, Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba.

SEMARNARP (1998). Reporte del estado ambiental y de los recursos naturales en la Frontera Norte de México, Instituto Nacional de Ecología. SEMARNARP ECOTEC/ SADEC-FEMAP ITESM, INFOMEXUS/ SADEC-FEMAP. Universidad Americana del Norte. Campus Cd. Juárez.

SEMARNART (2010). Sistemas Silvopastoriles, Comisión Nacional Forestal. Colegio de la Frontera Sur. de Chiapas, México.

Solorio, S.F.J., Solorio, S.B., Sarabia, S.L., Pérez, A. C., Ramírez, A. L., Ayala, B. A., Sandoval, A.C.A., Chay, C. J y Ku Vera, J (2014). Sistemas Silvopastoriles: Ganadería y Medio Ambiente. Cuerpo Académico de Nutrición de Rumiantes y Medio Ambiente en el Trópico. CCBA. Universidad Autónoma de Yucatán. Universidad Autónoma de Nayarit. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba.

Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Zapata A., Solarte L., et al (2011) Establecimientos y Manejo de Sistemas Silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 78 PP.

