



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE SUELOS

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

**ÁRBOLES NATIVOS CON POTENCIAL FORRAJERO PARA
DISEÑAR TECNOLOGÍAS SILVOPASTORILES EN LA
RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE HUAUTLA,
MORELOS**

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

PRESENTA

JUAN GERARDO CORTEZ EGREMY

CHAPINGO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO, 19 DE JULIO DE 2012



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
ORIGINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

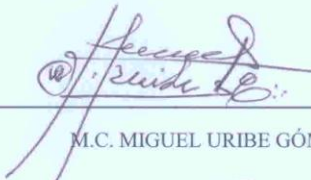


**ARBOLES NATIVOS CON POTENCIAL FORRAJERO PARA DISEÑAR
TECNOLOGIAS SILVOPASTORILES EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA
SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS**

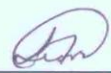
Tesis realizada por JUAN GERARDO CORTEZ EGREMY bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

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

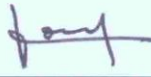
DIRECTOR:


M.C. MIGUEL URIBE GÓMEZ

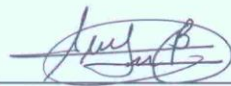
ASESOR:


DR. ARTEMIO CRUZ LEÓN

ASESOR:


DR. JOSÉ LUIS ROMO LOZANO

ASESOR:


DR. ALEJANDRO LARA BUENO

DEDICATORIA

A dios, por trazarme siempre un camino y por toda su gratitud.

A mi madre María Dolores, por ayudarme a construir mis sueños, haberme apoyado en todo momento, por sus consejos sabios, valores, amor, por ser mi claro ejemplo de lucha y fortaleza, pero sobre todo, por ser una madre excepcional.

A mi padre Susano, por todo el apoyo que me brindo en los momentos difíciles, por sus palabras de aliento para seguir adelante en todo momento, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha inculcado siempre.

Por el valor mostrado para salir adelante, por su amor, paciencia y comprensión, a ambos por darme la vida, sus sacrificios y esfuerzos...Gracias por ser mis padres los amo.

A mi amor Jessica, por su apoyo, comprensión y amor que me permite sentir poder lograr lo que me proponga. Gracias por escucharme y por tus consejos (eso es algo que lo haces muy bien). Gracias por ser parte de mi vida; eres lo mejor que me ha pasado. Te amo nena.

A mi hermano Víctor, por su inmenso cariño, muestras de afecto y compartir momentos increíbles, además de su comprensión y apoyo incondicional en todo momento, te quiero mucho hermano y no encuentro palabras para agradecértelo.

A todos mis amigos, que estuvieron conmigo y compartimos tantas aventuras, experiencias, desveladas y triunfos. Gracias a cada uno por hacer que mi estancia en la Maestría fuera divertida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por otorgarme el apoyo y haber permitido culminar mis estudios de postgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo financiero de este proyecto, al otorgarme una beca para llevar a cabo mis estudios de Maestría.

Al M. C. Miguel Uribe Gómez, por su presencia incondicional, sus apreciados y relevantes aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Artemio Cruz León, por sus valiosas observaciones y sugerencias, permitiéndome explicitar ideas con el objetivo de afinar el contenido de la investigación.

Al Dr. José Luis Romo Lozano, por su constante y paciente seguimiento y asistencia compartiendo su tiempo de manera generosa durante el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Alejandro Lara Bueno, por su apoyo y tiempo dedicado en la revisión, así como sus sugerencias para el mejoramiento de ésta.

Al Dr. Mateo Vargas Hernandez, por su valioso apoyo en el Análisis Estadístico de esta Investigación.

A mis profesores que participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera, sin su ayuda y conocimientos no estaría en donde me encuentro ahora.

DATOS BIBLIOGRÁFICOS



Nombre: Juan Gerardo Cortez Egremy

Lugar y fecha de nacimiento: Chahuities, Oaxaca el 03 de Octubre de 1986

CURP: COEJ861003HOCRGN05 **RFC:** COEJ861003SC6 **Cédula:** 6705088

Correo electrónico: egremy_kof2003@hotmail.com

FORMACIÓN ACADÉMICA

Preparatoria: Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

Licenciatura: Ingeniería en Agroecología en la Universidad Autónoma Chapingo.

Maestría: Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible en la Universidad Autónoma Chapingo.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Proyecto de Tesis de Licenciatura: “Diseño de un Sistema Agroforestal con Mango en el Municipio de Chahuities”, Oaxaca. 2008 - 2009.

Servicio Social: “Caracterización y Alternativas a los Sistemas de Producción de Mango en el Municipio de Chahuities, Oaxaca”. 2007- 2008.

RECONOCIMIENTOS

Reconocimiento por la Conferencia Titulada: “Diseño de un Sistema Agroforestal con Mango en el Municipio de Chahuities, Oaxaca”, impartida a los alumnos del grupo de 4° 1 en la asignatura de Ecología del Departamento de Ingeniería Agroindustrial. 2009.

**ÁRBOLES NATIVOS CON POTENCIAL FORRAJERO PARA DISEÑAR TECNOLOGÍAS SILVOPASTORILES
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS**

**NATIVE TREES WITH FODDER POTENCIAL FOR DESIGNING SYLVOPASTORAL TECHNOLOGIES IN
THE BIOSPHERE RESERVE IN THE MOUNTAIN RANGE OF HUAUTLA, MORELOS.**

Juan Gerardo Cortez Egremy¹, Miguel Uribe Gómez², Artemio Cruz León, Jose Luis Romo Lozano, Alejandro Lara Bueno.

¹Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. México.

Egremy_kof2003@hotmail.com

²Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. México.

RESUMEN

En la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos (REBIOSH), durante el 2011, se identificaron 10 especies arbóreas nativas con potencial forrajero, las cuales fueron: *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacanta*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena macrophylla*, *Leucaena esculenta*, *Spondias mombin*, *Spondias purpurea*, *Erythrina americana*, *Pithecellobium dulce*, *Gliricidia sepium*, el conocimiento tradicional de los productores de la REBIOSH, la información agronómica que existe en la literatura y la generada en esta investigación, permitieron hacer un manejo adecuado de estas especies diseñando tecnologías silvopastoriles para mejorar la producción de forraje. Con la información obtenida, se diseñaron las siguientes tecnologías silvopastoriles: Cercos vivos, Pasturas en Callejones, Árboles dispersos en potreros y Bancos Forrajeros lo anterior con la finalidad de proponer una opción viable para mejorar la cantidad y calidad de producción de forraje para la alimentación del ganado y reducir los impactos negativos de la ganadería.

Palabras claves: Diseño tecnologías Silvopastoriles.

ABSTRACT

In 2011 at the biosphere reserve in the mountain range of Huautla, Morelos were identified 10 native tree species with fodder potential: *Guazuma ulmifolia*, *cochliacanta* *Acacia*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena macrophylla*, *Leucaena esculenta*, *Spondias mombin*, *Spondias purpurea*, *Erythrina americana*, *Pithecellobium dulce*, *Gliricidia sepium*, traditional knowledge From producers at the biosphere reserve, agronomic information that exists in the literature and the information generated in this study, allowed to make a properly management of these designing sylvopastoral technologies for improving forage production. The following sylvopastoral technologies such as: Live fences, pastures in alleys, scattered trees in pastures and fodder banks were designed with the information obtained. Live fences, pastures in alleys, scattered trees in pastures and fodder banks above in order to propose a viable option to improve the quantity and quality of forage production for feeding livestock and reducing the negative impacts of livestock.

Keywords: Design sylvopastoral technologies.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
4. OBJETIVOS	7
4.1. Objetivo General.....	7
4.2. Objetivos Particulares	7
5. HIPÓTESIS	7
6. REVISIÓN DE LITERATURA	8
6.1. Árboles de uso múltiple	8
6.2. Importancia económica, ecológica y cultural de los árboles.....	9
6.3. La investigación en árboles y arbustos forrajeros.....	10
6.4. Potencial de los árboles y arbustos forrajeros	11
6.6. El componente arbóreo dentro de los sistemas de producción animal	16
6.7. El conocimiento local en la utilización de árboles y arbustos forrajeros.....	16
6.8. Importancia económica, ecológica y cultural de los árboles.....	19
6.9. Sistemas Silvopastoriles.....	19
6.9.1. Árboles dispersos en potreros.....	22
6.9.2 Bancos de proteína	24
6.9.3 Barreras rompevientos.....	28
6.9.4 Cercos vivos.....	30
6.9.5 Pasturas en callejones.....	33
6.9.6 Pastoreo en plantaciones	37
6.9.7 Interacciones en los sistemas silvopastoriles.....	40
6.9.8 Servicios ambientales de los sistemas silvopastoriles.....	41
7. MATERIALES Y METODOS.....	44
7.1. Descripción del área de estudio	44
7.2. Características físicas	45
7.2.1. Geología	46
7.2.2. Edafología.....	47
7.2.3. Hidrología.....	49
7.2.4. Climatología	50

7.3. Características biológicas	52
7.3.1. Ecosistemas.....	52
7.3.2. Unidades de vegetación.....	53
7.3.3. Flora	55
7.3.4. Fauna	56
7.3.5. Especies de Flora y Fauna con algún uso	58
7.3.6. Especies vegetales con uso potencial	59
7.3.7. Especies utilizadas en la alimentación	62
7.3.8. Especies con uso medicinal	62
7.3.9. Especies con uso ornamental.....	63
7.3.10. Especies con potencial cinegético	64
7.3.11. Especies con potencial artesanal	65
7.3.12. Especies carismáticas	66
7.4. Características socioeconómicas	67
7.4.1. Población	67
7.4.2. Infraestructura y servicios	68
7.4.3. Vivienda	69
7.4.4. Abasto.....	69
7.4.5. Salud.....	70
7.4.6. Vías de comunicación terrestre.....	71
7.4.7. Religión	71
7.4.8. Tradiciones	71
7.4.9. Uso del Suelo	72
7.4.10. Régimen de tenencia de la tierra	74
7.5. Método	75
7.5.1. Identificación de especies arbóreas con potencial forrajero	75
7.5.2. Caracterización agronómica de las especies arbóreas con potencial forrajero ..	76
7.5.3. Establecimiento de un protocolo de germinación de especies arbóreas con potencial forrajero.....	77
7.5.4. Diseño de tecnologías agroforestales	79
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	82
8.1. Identificación de especies arbóreas con potencial forrajero.....	82

8.2. Características agronómicas de las especies	85
8.2.1. Ficha Técnica de las especies seleccionadas	85
8.2.2. Protocolo de germinación	116
8.2.3. Análisis bromatológico.....	119
8.3. Propuestas de Tecnologías Silvopastoriles para la Reserva de la Biosfera	
Sierra de Huautla, Morelos.....	122
8.3.1. Cercos vivos.....	122
8.3.2. Pasturas en callejones.....	131
Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.....	137
8.3.3. Bancos forrajeros	138
8.3.4. Árboles dispersos	144
9. CONCLUSIONES	151
10. RECOMENDACIONES.....	153
11. LITERATURA CITADA	154

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies de mamíferos y aves con potencial de cacería deportiva en la REBIOSH.....	65
Cuadro 2. Uso del suelo de la REBIOSH	73
Cuadro 3. Metodología de Diagnóstico y Diseño (D&D).	81
Cuadro 4. Plantas de uso forrajero en la REBIOSH.....	82
Cuadro 5. Relación de especies referidas como forrajeras en la REBIOSH.	83
Cuadro 6. Efecto de frecuencia de corte sobre la producción de biomasa en <i>Leucaena leucocephala</i>	88
Cuadro 7. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de biomasa en <i>Leucaena leucocephala</i>	88
Cuadro 8. Efecto de la densidad de siembra en la producción de forraje de guácima.	98
Cuadro 9. Producción de biomasa en árboles de guácimo de distintos tamaños.	98
Cuadro 10. Disponibilidad de forraje (kg/MS/árbol) en guácima a diferentes alturas de corte.....	98
Cuadro 11. Fenología de la Cubata.	104
Cuadro 12. Datos de altura, diámetro, número de ramas, altura de ramificación, y diámetro del área de goteo de la Cubata y el Cuahulote en los Ejidos del Limón, Sauces y Huitchila.....	106
Cuadro 13. Resultado del ANOVA ($Pr > F$).....	109
Cuadro 14. Comparaciones de Medias (Método de Tukey).	110
Cuadro 15. Resultados del ANOVA ($Pr > F$).	111
Cuadro 16. Comparaciones de Medias (Método de Tukey).	112
Cuadro 17. Resultados del ANOVA Multifactorial ($Pr > F$).	114
Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.	114
Cuadro 18. Comparaciones de Medias (Método de Tukey).	115
Cuadro 19. Porcentaje de Germinación de <i>Acacia cochliacantha</i>	116
Cuadro 20. Porcentaje de Germinación de <i>Leucaena esculenta ssp. Esculenta</i>	117
Cuadro 21. Porcentaje de Germinación de <i>Guazuma ulmifolia</i>	118
Cuadro 22. Analisis bromatológico (%) de hojas de las principales especies forrajeras en la REBIOSH, Morelos.	119

Cuadro 23. Analisis bromatológico (%) en frutos de <i>Acacia cochliacanta</i> y <i>Guazuma ulmifolia</i> , colectadas en la REBIOSH, Morelos.	121
Cuadro 24. Diseño de cercos vivos en la REBIOSH.....	127
Cuadro 25. Costo del establecimiento de 1 km de cerco vivo con 4 hilos cada 4 m.	130
Cuadro 26. Diseño de pasturas en callejones en la REBIOSH.	134
Cuadro 27. Costo del establecimiento de 1 ha de pasturas en callejones en la REBIOSH.	137
Cuadro 28. Diseño de banco forrajero en la REBIOSH.	141
Cuadro 29. Costo del establecimiento de 1 Ha de banco forrajero a hileras de 2 m y una distancia entre planta de 0.70 m.	144
Cuadro 30. Costo del establecimiento de 1 Ha de potrero con arboles dispersos.....	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árboles dispersos (20x20 m).	22
Figura 2. Árboles dispersos al Azar.	23
Figura 3. Banco forrajero bajo corte / acarreo.	25
Figura 4. Banco forrajero bajo pastoreo.	26
Figura 5. Esquema de una Barrera rompeviento.	28
Figura 6. Cercas Vivas.	31
Figura 7. Hilera simple baja densidad.	34
Figura 8. Hilera simple alta densidad.	35
Figura 9. Hilera doble.	35
Figura 10. Hilera alterna.	36
Figura 11. Plantación en cuadro.	38
Figura 12. Plantación en triangulo	38
Figura 13. Plantación en rectángulo.	39
Figura 14. Mapa de Ubicación de la REBIOSH.	45
Figura 15. Frecuencia de las Especies Identificadas.	84
Figura 16. Árbol de <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	85
Figura 17. Árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i> (Lam).	95
Figura 18. Arbusto de <i>Acacia cochliacantha</i>	101
Figura 19. Recolección de frutos de Cuahulote en la REBIOSH	109
Figura 20. Mediciones de largo, ancho, grosor y peso de la cubata.	111
Figura 21. Diferencias significativas entre lo frutos de Cuahulote.	115
Figura 22. Cerco vivo en la REBIOSH.	123
Figura 23. Cerco vivo en la REBIOSH.	125
Figura 24. Cercos existentes en la REBIOSH:	130
Figura 25. Hileras de piedras en la REBIOSH:	132
Figura 26. Pasturas en callejón con <i>Leucaena leucocephala</i>	133
Figura 27. <i>Leucaena leucocephala</i> sembrada a 75 cm como banco forrajero.	140
Figura 28. Arboles dispersos en potreros en la REBIOSH.	146
Figura 29. Espacios compactos de cubata en la REBIOSH.	148

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de incrementar la productividad mientras se conserva los recursos naturales (agua, suelo, vegetación y fauna), requiere no sólo de cambios profundos en las estrategias de investigación; sino también, en los planteamientos básicos de desarrollo rural en los que se incluya una verdadera participación del productor.

Aunque el reto de producir en forma sustentable es hoy en día común en todas las regiones del mundo, su intensidad o percepción de su importancia difiere en cada zona dependiendo de los sistemas de producción: si son de gran o pequeña escala, de subsistencia u orientados hacia el mercado, de alto o bajo uso de insumos.

El sistema de producción ganadero, generalmente ha surgido después de la tala y quema de los bosques, dando como resultado agroecosistemas con una escasa cobertura arbórea, con suelos desprotegidos y a menudo carentes de biodiversidad, al privilegiarse únicamente las pasturas. Esto ha permitido; que las áreas de pastoreo se vuelvan especialmente susceptibles a procesos erosivos, más aún cuando se encuentran en zonas de ladera. Al mismo tiempo; la producción ganadera en forma convencional, implica generalmente una alta dependencia de insumos externos, incrementando los costos de producción y ocasionando muchas veces graves problemas ambientales.

En este sentido, la búsqueda del desarrollo sustentable, la liberalización de los mercados y la reducción de los subsidios en las políticas agrarias crean un nuevo panorama para la ganadería. Esto significa que los sistemas de producción animal, no sólo deberán

incrementar su productividad para responder a las demandas de seguridad alimentaria, sino que deberán considerar el uso racional de la base de recursos, así como mejorar su eficiencia para hacerlos más competitivos y lograr que contribuyan al mejoramiento del nivel de vida de las familias rurales. Dentro de este contexto; los sistemas silvopastoriles parecen ser una alternativa a corto, mediano y/o largo plazo, capaz de cumplir con los criterios de selección anteriormente mencionados.

El uso de especies leñosas perennes nativas con potencial forrajero al sistema de producción pecuaria tradicional, es una alternativa que nos puede ofrecer forraje de buena calidad para la alimentación animal; además de que dichas especies pueden ser utilizadas en el diseño de tecnologías que controlen la erosión y mejoren la fertilidad del suelo. Adicionalmente, pueden ofrecer otros productos como leña, madera, frutos y semilla; que en un momento dado, logran proporcionarle otros ingresos al productor y brindarle una mejor estabilidad económica.

Hacer un aprovechamiento óptimo y sustentables de las especies arbóreas con potencial forrajero de la Selva Baja Caducifolia (SBC), en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH), es de importancia para la producción pecuaria tradicional de esta región, por lo que el propósito de esta investigación contempla la identificación de especies arbóreas con potencial forrajero, utilizando para ello el conocimiento tradicional de los productores pecuarios, conocer su comportamiento agronomico en su proceso productivo y proponer tecnologías agroforestales que permitan la sustentabilidad del sistema de producción pecuaria en la REBIOSH, Morelos.

2. JUSTIFICACIÓN

La producción ganadera es una de las formas de uso de la tierra más frecuentes en América Latina, especialmente la producción bovina. En cada uno de los países existen desde pequeños productores, hasta explotaciones de gran escala, los cuales en su mayoría están basados en pasturas naturales o establecidas, que muchas veces incluyen árboles dentro de estos sistemas.

La extracción forestal también existe en algunas regiones y como consecuencia hoy encontramos un bosque natural degradado con un alto grado de arbustación y un estrato de gramíneas muy pobre. Con esto, los ganaderos tratan de mejorar la producción forrajera de las gramíneas controlando los árboles que erróneamente piensan compiten con ellas. Generalmente el desmonte es total con lo que consiguen un incremento del forraje de gramíneas, pero pierden los beneficios de los árboles y principalmente la estabilidad del ecosistema.

Lo anterior motivo a que se exploraran nuevas formas de producción. La búsqueda de alternativas hizo volver la mirada hacia los Agroecosistemas tradicionales, que a través del tiempo han desarrollado una coevolución entre conocimientos ecológicos y las condiciones socioeconómicas de la cultura agrícola de cada región. Dentro de estas alternativas se encuentra la Agroforestería, una disciplina orientada hacia la asociación de especies leñosas con cultivos agrícolas y manejo de animales, con el propósito de proteger y conservar los ecosistemas y su biodiversidad, aumentar los rendimientos del campo, proporcionar una gama de productos útiles, potenciar la seguridad alimentaria y

comercializar productos, mejorar la diversificación del paisaje, amortiguar el cambio climático, entre otros. Es así como surge el interés por el estudio de especies con potencial forrajero en la REBIOSH, Morelos, en especial aquellas especies que proporcionen forraje en la época de escases. Con la finalidad de proponer tecnologías agroforestales que permita hacer un aprovechamiento óptimo y sustentable, a fin de obtener forraje a lo largo del año, en especial en la temporada de secas.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La deforestación es uno de los principales problemas ambientales en México. Actualmente se estima que la tasa de deforestación es de 600,000 ha anuales. Gran parte del área deforestada ha sido dedicada a pasturas y el problema ambiental se ha visto agravado por el hecho de que aproximadamente el 50% de las áreas de pasturas se encuentran en estado de degradación (Pezo, D. y M. Ibrahim, 1996). La causa de esta degradación es el uso de prácticas de manejo no racionales en las tierras ganaderas, como quemas no controladas, prácticas de labranza inapropiadas, ausencia de coberturas vegetales, manejo ineficaz de la fertilidad del suelo y sobrepastoreo (Pezo, D. y M. Ibrahim, 1996). La deforestación y la degradación de las pasturas tienen consecuencias como pérdida de la biodiversidad, compactación y erosión de los suelos, ruptura del balance hídrico en las cuencas e incremento en la emisión de gases que contribuyen al calentamiento global.

Un claro ejemplo de esto es la degradación que hoy en día sufre la REBIOSH en el Estado de Morelos, esto debido a que las comunidades que están dentro de dicha reserva no cuentan con fuentes de trabajo estables, propiciando la rentar sus tierras para el pastoreo de ganado, que en su mayoría es traído de otros municipios cercanos a la reserva, trayendo como consecuencia que cada vez se vayan derribando árboles para el establecimiento de praderas, provocando que muchas especies de plantas y animales se vayan perdiendo por el deterioro de sus hábitats. Aunado a lo anterior la presencia de una marcada distribución de lluvias limita la producción de forraje, ocasionando que se

presente una temporada de seca donde el ganado no dispone de forraje para su alimentación.

En este contexto, la incorporación de plantas leñosas perennes (árboles y arbustos) en los sistemas de producción pecuarias es una estrategia que responde a la problemática planteada, debido a su potencial para: a) Contrarrestar los impactos ambientales negativos, b) Diversificar las empresas pecuarias, generando nuevos productos e ingresos adicionales, c) Reducir la dependencia de insumos externos e d) Intensificar el uso del recurso suelo, sin deteriorar su potencial productivo a largo plazo.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Identificar y conocer el comportamiento agronómico en el proceso productivo de las especies arbóreas nativas con potencial forrajero en la REBIOSH, Morelos, para diseñar tecnologías sivopastoriles que permitan hacer un aprovechamiento sustentable de este recurso.

4.2. Objetivos Particulares

- Identificar, mediante el conocimiento tradicional especies arbóreas nativas con potencial forrajero en la REBIOSH, Morelos.
- Conocer el comportamiento agronómico en el proceso productivo de las especies arbóreas nativas con potencial forrajero identificadas en la REBIOSH.
- Proponer tecnologías silvopastoriles que permitan el aprovechamiento sustentable de este recurso.

5. HIPÓTESIS

- En la REBIOSH, Morelos existen arboles nativos con potencial forrajero para diseñar tecnologías silvopastoriles.

6. REVISIÓN DE LITERATURA

6.1. Árboles de uso múltiple

Un árbol de uso múltiple es una especie adaptada a diferentes condiciones edáficas y climáticas, capaz de fijar nitrógeno atmosférico, restaurar la fertilidad del suelo, fijar bióxido de carbono, ser una fuente de energía renovable, promover y mantener la biodiversidad, ayudar al control de la erosión del suelo, ser útiles como cercos vivos, presentar una gran diversidad bioquímica, proporcionar alimento para el ganado y para la fauna silvestre, ser fuente rica de néctar y polen para la industria apícola (Román y Palma, 1996). Genéricamente los aportes de los árboles y arbustos de usos múltiples deben satisfacer los siguientes grupos de demandas: 1) Estabilidad de rendimientos, 2) Aumento de la producción, 3) Reducción de insumos y 4) Sostenibilidad ecológica (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

Musálem (2001) define como árbol de uso múltiple aquel que en adición de los productos y servicios normalmente esperados como madera, influencias microclimáticas, mejoramiento del suelo, adición de materia orgánica, proporciona productos y servicios adicionales tales como fijación de nitrógeno, forraje, productos comestibles para humanos, gomas, fibras y productos medicinales.

Los criterios de selección y nominación de árboles y arbustos de usos múltiples no se basan en las características industriales, como en los monocultivos forestales extensivos, ni se eligen para cumplir con una función-objetivo; sino mas bien para proveer

productos, funciones y servicios bajo un determinado sistema de manejo (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

Existen diversas definiciones para el concepto de árbol de uso múltiple, sin embargo en el presente trabajo se considera como tal “aquel que en adición a los productos y servicios normalmente esperados, como madera, influencias microclimáticas, mejoramiento del suelo y adición de material orgánico, proporciona otros importantes productos y servicios, tales como la fijación de nitrógeno, forraje, productos comestibles para humanos, gomas, resinas, fibras y productos medicinales” (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

6.2. Importancia económica, ecológica y cultural de los árboles

Los árboles desempeñan una gran variedad de funciones, entre las cuales podemos mencionar la de protector del suelo, ya que sus sistemas radicales conforman un complejo que mantienen al individuo firmemente anclado, además protegen al suelo de la acción de los elementos erosivos. Por otra parte la presencia de árboles contribuye al incremento de la fertilidad de los suelos, debido a que el complejo de raíces explora los diferentes estratos del suelo, y de esta manera extraen agua y minerales de las capas mas profundas de este. Así mismo, en las raíces se dan relaciones de tipo simbiótico con microorganismos que contribuyen al enriquecimiento del suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno. Igualmente desempeñan un papel ecológico de suma importancia en la conservación de la diversidad faunística, debido a que tienen el papel de hábitat, alimento así como sitios de reproducción de especies animales y vegetales. Los árboles

contribuyen también al control de la contaminación mediante el proceso de la fotosíntesis (Benavides, 1994).

La presencia de árboles actúa como reservorios de carbono, contribuyendo de esta manera a reducir los niveles de CO₂, permite una mayor captación de agua y por lo tanto contribuye a la recarga de los mantos freáticos, así como la estabilización de las condiciones climáticas (Sánchez, 2002).

6.3. La investigación en árboles y arbustos forrajeros

Los árboles o arbustos considerados con potencial forrajero deben poseer ciertas características para ser capaces de adaptarse al medio y prolongar su vida útil, y cumplen con algunas características (Benavides, 1998; Febles y Ruiz, 2008), las cuales se pueden agrupar de la manera siguiente:

1) Características Agronómicas

- a) Crecimiento rápido
- b) Adaptación a suelos de baja fertilidad
- c) Resistencia a quemas, enfermedades y plagas de plantas asociadas
- d) Producción de abundante hojarasca de rápida mineralización
- e) Producción de biomasa en época de seca
- f) Alta producción de semillas y fácil propagación
- g) Alta tasa de sobrevivencia al trasplante al campo

2) Capacidad de Asociación

- a) Asociación con otras arbóreas y gramíneas

- b) Poseer sistema radicular profundo
- c) Permitir el crecimiento de otras plantas bajo su dosel

3) Respuesta a Defoliación

- a) Respuesta adecuada a podas y ramoneo frecuente
- b) Alta Producción de rebrotes después de la defoliación

4) Valor nutricional y consumo

- a) Mayor velocidad de pasaje de la digesta en rumen
- b) Alto valor nutritivo
- c) Aceptable y palatable para el ganado
- d) Bajo contenido de metabolitos secundarios sin afectar consumo voluntario
- e) Aumento en índices productivos y reproductivos de los animales

Además, es recomendable seleccionar especies nativas para aprovechar las ventajas de adaptación a su ambiente, y para que puedan ser establecidas mediante el uso de técnicas agronómicas sencillas y de bajo costo (Benavides, 1994).

6.4. Potencial de los árboles y arbustos forrajeros

Los árboles y arbustos juegan un papel importante, y a veces esencial, en los sistemas tradicionales de producción animal (López, 1999; Jiménez, 2000). Actualmente en diferentes partes del mundo, se está enfatizando el estudio del potencial forrajero de especies arbóreas, ya que con un manejo adecuado, pueden constituirse en una fuente de proteína y energía suficiente para obtener satisfactorios niveles de producción y

contribuir a resolver las limitaciones alimenticias de los animales durante los periodos de penuria nutricional, de igual manera se ha identificado el papel que puedan jugar los árboles forrajeros como prestadores de servicios ambientales y usos diversos (Sánchez, 2002). Las leguminosas arbóreas son las que se están usando cada vez mas para proveer forraje al ganado ya que tienen características únicas que las hacen atractivas para el pequeño propietario e igualmente para las empresas ganaderas a gran escala (Gutteridge y Shelthor, 1994).

Gutteridge y Shelton (1994), hacen mención a trabajos de investigación agroforestal y dice que el uso de follaje de los árboles y arbustos en la alimentación de los rumiantes es una práctica conocida por los productores desde hace siglos y cuyo conocimiento empírico, sobre las propiedades forrajeras de diferentes especies, es de gran valor para la ciencia. Los árboles y arbustos han proporcionado forraje valioso para los animales domesticados probablemente desde la época de su domesticación. De la misma manera el autor nos indica que por lo menos el 75% de los árboles y arbustos del África sirven como plantas de ramoneo.

En numerosos trabajos de caracterización de sistemas reproducción, los productores reportan un elevado numero de especies que son utilizadas, tanto en forma directa en pastoreo, como en sistemas de corte y acarreo en donde los animales se mantienen en confinamiento (Benavides, 1994).

6.5. Ventajas de los árboles y arbustos forrajeros

Las principales ventajas o atributos que presentan los árboles y arbustos forrajeros, que han sido los principales elementos que han determinado su uso, han sido sus características particulares que ligadas a su manejo agronómico se transforman en un recurso de gran potencial (Gutteridge y Shelton, 1994).

Los árboles forrajeros producen una gran cantidad de follaje durante todo el año. Este recurso puede ser aprovechado de una manera óptima si se realizan las prácticas adecuadas de manejo agronómico (Gutteridge y Shelton, 1994).

La cantidad de follaje producido por los árboles tropicales depende de factores como: especie, estación del año, variedad y manejo, este último como el más importante, ya que la tolerancia a la poda es un elemento determinante para su utilización (Gutteridge y Shelton, 1994).

Otra de las ventajas de las especies arbóreas forrajeras, es la producción de forraje durante todo el año. De esta manera se puede seguir dotando de alimento a los animales cuando estos escasean (Villafuerte, 1993; Sanchez, 1996).

Es por esto que en la ganadería los árboles y arbustos pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y satisfacer la demanda de alimento en época seca (Araya *et al.*, 1994).

Los frutos de los árboles forrajeros son importantes en los sistemas de producción animal debido a que se pueden cosechar durante la época de escasez de alimentos, ya

que puede haber años con baja precipitación o durante la temporada de seca, los frutos sirven para ajuste en la alimentación y nutrición de los animales. Algunas especies de leguminosas, presentan mayor contenido de nutrientes en las vainas que en el follaje, funcionando como una fuente de energía y proteína y no como suplemento (Uribe, 2005).

Estas persisten podas frecuentes e intensivas, y demuestran una alta tasa de rebrotes y presentan una buena porción de hojas después de las podas. Estas cualidades las presentan la mayoría de los árboles tropicales, pero puede verse afectado por su edad, tamaño y frecuencia de corte, pero estos factores pueden ser controlados por el hombre (Gutteridge y Shelton, 1994).

Debido a su arquitectura, los árboles presentan una gran ventaja respecto a las gramíneas. Es de este modo que pueden asociarse con otras plantas, aprovechando el estrato horizontal al igual que los nutrientes del suelo localizados a mayores profundidades por sus adaptaciones radicales. Logrando así, una excelente producción de follaje, al no haber competencia tajante por el recurso luz, lo cual hace que las plantas sean de un elevado valor forrajero (Petit, 1994 y Gutteridge y Shelton, 1994).

Una de las ventajas de la utilización de árboles en la alimentación de los animales es que pueden manipularse, al ser posible modificar su arquitectura y tamaño, adecuándolos para utilizarlos en “corte y acarreo” o para que los animales tengan una mayor accesibilidad para el ramoneo y obtener su alimento (Benavides, 1994).

El tener árboles forrajeros dentro del potrero proporciona sombra a los animales, lo cual interviene significativamente en la producción, ayudando a controlar la temperatura ambiental por acción de la intercepción de la luz por parte de la copa del árbol, reduciendo el estrés climático a los animales, mejorando su producción (Uribe, 2005). Por otra parte, Pérez, (2003) hace referencia a estudios realizados por otros autores e indica que la calidad de las gramíneas que se encuentran bajo la sombra de los árboles se hace mayor, ya que muchas especies de gramíneas crecen mejor bajo la sombra, producen mayor cantidad de forraje y tienen una mayor calidad nutritiva (menor contenido de fibra y mayor contenido de proteína cruda).

La palatabilidad de un forraje, está determinado por su habilidad para promover estímulos en el animal (p.e. sabor, olor y textura). Estas características también pueden ser descritas en términos de aceptabilidad, preferencia, selectividad de pastos e impulsos sensoriales condicionados por gustosidad (López, 2001).

La palatabilidad es un factor importante en el consumo del forraje, sobre todo cuando el animal tiene la oportunidad de escoger su alimento, como en el caso del pastoreo. Es importante al igual, por que el animal selecciona las partes del árbol que desea consumir, de esta manera se está asegurando que el propio animal favorezca sus requerimientos alimenticios diarios, evitando por acción sensorial la intoxicación y el consumo de especies pobres en nutrientes (Orcasberro y Fernández, 1982).

6.6. El componente arbóreo dentro de los sistemas de producción animal

Es ampliamente reconocida la gran diversidad de árboles y arbustos que son utilizados en sistemas agroforestales (Nair, 1997). En sistemas silvopastoriles, el manejo del componente arbóreo con fines forrajeros es una práctica y estrategia que muchos productores llevan acabo (Benavides, 1994 y Roothart, 2000). La utilización de árboles forrajeros no solo sirve para suplementar alimento en las épocas de sequía en donde hay fuerte escasez de pastos (Villafuerte, 1993 y Sánchez, 1996). También es un recurso, que permite obtener múltiples beneficios.

6.7. El conocimiento local en la utilización de árboles y arbustos forrajeros

El conocimiento local se ha discutido mucho en la literatura en varias maneras, algunos autores acentúan en el proceso de acumular conocimientos locales, mientras algunos eruditos destacan su valor. Por ejemplo, Grenier (1998), indica que el conocimiento se origina y se desarrolla a través de la práctica, *“El conocimiento en su conjunto y cada uno de los pasos sucesivos, está indisolublemente ligados a la práctica y la práctica, es el cimiento mas profundo del conocimiento”*.

Según Farrington y Martín (1988), el conocimiento local es el conjunto de conocimientos, creencias y costumbres que son consistentes entre sí, y lógicas para aquellos que la comparten, campesinos e indígenas. Este conocimiento ‘pertenece’ a las generaciones actuales y futuras del mismo modo que perteneció a los ancestros que lo originaron (Montecinos, 1999), y no se restringe al patrimonio exclusivo de grupos étnicos específicos. Se derivan de observaciones diarias y de la experimentación con

formas de vida, sistemas productivos y ecosistemas naturales (Montecinos 1999; Jhonson 1992).

González (2003) hace referencia a varios nombres para designar a este conocimiento, que va desde conocimiento tradicional, saberes autóctonos, conocimientos campesinos, habilidad autóctona, etnociencia, conocimiento local o autóctono. Además nos dice que el conocimiento tradicional es un conjunto de conocimientos, creencias y costumbres que son consistentes entre sí, lógicos para aquellos que los comparten, campesinos e indígenas y que pueden o no estar en contraposición con las nociones de la ciencia occidental. Relacionan aspectos sociales como la división social y sexual del trabajo, incluyen conocimientos sobre las condiciones del medio físico-biótico, con el ciclo de la luna y demás eventos meteorológicos. Que a la par de la construcción del conocimiento, éste se traduce en la apropiación de los recursos mediante estrategias tecnológicas.

Lo que se ha documentado del conocimiento tradicional ha demostrado que este conocimiento ha sido utilizado por los campesinos de diversas maneras y para diferentes fines, no ha sido solamente para la producción agrícola, ha sido utilizada también en la producción de animales para consumo. Toledo (1995); en un estudio realizado con varios grupos indígenas en el trópico húmedo de México, reporta la existencia de 1330 especies de plantas con diversos usos por los grupos indígenas. Estas especies representan a 124 familias botánicas, de las cuales sobresalen las *Leguminosae*, *Compositae*, *Malvaceae*, *Euphorbiaceae*, *Solanaceae*, *Rubiaceae* y *Mooraceae*, y

considerando su forma de vida, el 53% de estas especies identificadas correspondieron a árboles y arbustos.

El conocimiento local respecto al uso y manejo de los recursos naturales, en especial del recurso forrajero de árboles y arbustos, es de suma importancia para proponer alternativas de manejo sustentable de los sistemas ganaderos en comunidades rurales, ya que esta información adquirida de forma empírica por los productores, puede proporcionar a los investigadores del tema elementos clave que han sido considerados a través del tiempo por los productores para ser utilizados en los procesos de producción de alimentos de forma local. . Así, este conocimiento podría promover una utilización más eficaz del forraje de los árboles y arbustos en la producción ganadera.

Además, se puede identificar mediante esta recopilación de información, los diversos usos que se le dan a las especies vegetales con potencial forrajero, y asimismo, conocer las expectativas temporales del manejo de sus recursos.

Diversos estudios concuerdan que el aporte del conocimiento tradicional ha sido de valiosa importancia como complemento de investigaciones, anteriormente realizadas, encaminadas a la producción ganadera. En muchos casos, se ha identificado que los productores tienen una gama de soluciones para los diversos problemas a los que se enfrentan en cuanto a la alimentación de sus animales, y que esto les ha permitidos sostener su producción de una manera optima (Thapa *et al.*, 1997; Nahed *et al.*, 2001).

Es por esto que el documentar el conocimiento tradicional, nos puede permitir identificar las cualidades de las especies arbóreas que son tomadas en cuenta para la alimentación

de sus animales. Así, identificar respecto a las necesidades de cada productor las formas en que son utilizadas estas especies de acuerdo al propósito de su producción.

6.8. Importancia económica, ecológica y cultural de los árboles

Los árboles desempeñan una gran variedad de funciones, entre las cuales podemos mencionar la de protector del suelo, ya que sus sistemas radicales conforman un complejo que mantienen al individuo firmemente anclado, además protegen al suelo de la acción de los elementos erosivos. Por otra parte la presencia de árboles contribuye al incremento de la fertilidad de los suelos, debido a que el complejo de raíces explora los diferentes estratos del suelo, y de esta manera extraen agua y minerales de las capas mas profundas de este. Así mismo, en las raíces se dan relaciones de tipo simbiótico con microorganismos que contribuyen al enriquecimiento del suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno. Igualmente desempeñan un papel ecológico de suma importancia en la conservación de la diversidad faunística, debido a que tienen el papel de hábitat, alimento así como sitios de reproducción de especies animales y vegetales. Los árboles contribuyen también al control de la contaminación mediante el proceso de la fotosíntesis.

La presencia de árboles actúa como reservorios de carbono, contribuyendo de esta manera a reducir los niveles de CO₂, permite una mayor captación de agua y por lo tanto contribuye a la recarga de los mantos freáticos, así como la estabilización de las condiciones climáticas.

6.9. Sistemas Silvopastoriles

El uso integral de la tierra es un planteamiento reciente que ha tomado auge, con el fin de sustituir la práctica de monocultivos por policultivos, ya sea como asociación o intercalado para obtener un mayor beneficio por unidad de área (Benavides, 1994).

Una manera de aprovechar los recursos naturales en forma racional, con un equilibrio entre los factores biofísicos, ambientales y socioculturales, lo representan los sistemas agroforestales, definidos como “la combinación infinita en tiempo y espacio de especies de árboles con cultivos y animales o ambos” (Budowski, 1977). Bustamante y Romero (1991) mencionan que los Sistemas Silvopastoriles (SSP) son una modalidad de los Sistemas Agroforestales (SAF), como una manera de cultivo múltiple. Asimismo indican que el término de SSP considera un grupo de técnicas que integran ganadería, pastos y árboles, buscando un máximo beneficio por unidad de área.

Montagnini *et al.* (1992) indican que algunos de los objetivos de los sistemas silvopastoriles son:

- a) Aumentar la productividad vegetal y animal sin incrementar los insumos.
- b) Conservar praderas de buena calidad en épocas secas por el efecto del microclima y la protección generada por los árboles.
- c) Asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación del uso de la tierra.
- d) Minimizar escorrentía de agua y pérdida de suelo.
- e) Mejorar la estructura del suelo por el incremento de los contenidos de materia orgánica y minerales que son reciclados rápidamente.
- f) Utilizar árboles fijadores de nitrógeno para contribuir a favorecer la disponibilidad de ese nutriente para las plantas asociadas.

Los sistemas silvopastoriles más utilizados en México son: la asociación de árboles en potreros, bancos de proteína, barreras rompevientos, cercos vivos, pastoreo en bosques naturales y pastoreo en plantaciones forestales (Román, 1997).

Los sistemas silvopastoriles presentan las siguientes tecnologías

6.9.1. Árboles dispersos en potreros

Es una tecnología silvopastoril en la cual los árboles y/o arbustos se encuentran distribuidos al azar dentro de las áreas de pastoreo. Generalmente, la función de los árboles y/o arbustos en este sistema es la de proveer sombra al animal en días calurosos, o refugio en días lluviosos. Además; pueden generar otros productos (forraje, leña, frutos y semillas) y servicios (fijación de nitrógeno, aporte de materia orgánica, protección) (FIDAR, 2003).

En este sistema, el arreglo espacial y la densidad de las leñosas, estarán determinadas por las condiciones edafoclimáticas de la región y por las especies de árboles, arbustos seleccionadas y pastos presentes en dicho ecosistema. Una opción podrías ser las siguientes densidades por ha: entre 1 y 25 plantas leñosas (Figuras 1 y 2).

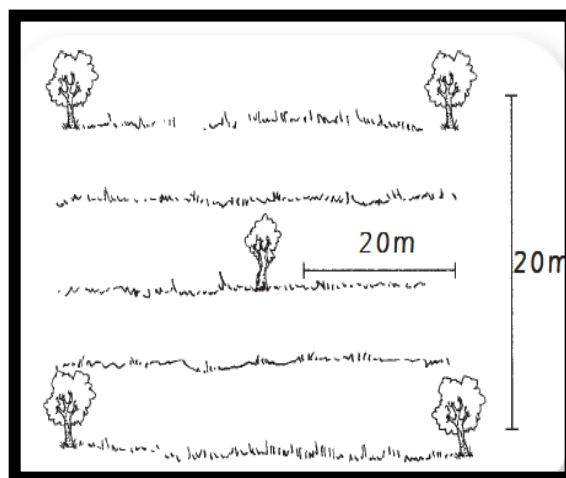


Figura 1. Árboles dispersos (20x20 m).

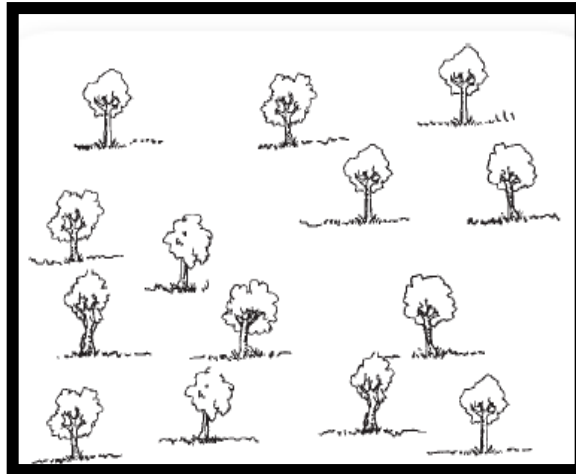


Figura 2. Árboles dispersos al Azar.

Para el manejo de esta tecnología cualquiera que sea el propósito de las leñosas, un aspecto clave es la protección de los árboles (principalmente en su establecimiento), contra los daños de los animales en pastoreo. Esto se puede lograr mediante el aislamiento temporal del potrero, la construcción de estructuras en forma de jaulas que protejan a las leñosas. En este sistema; el pastoreo es rotacional o permanente y el material vegetal comestible producido por los árboles se puede aprovechar en épocas de sequía, cuando existe escasez de pastos (FIDAR, 2003).

Ventajas de los Árboles dispersos en potreros

- a. Los árboles dispersos proporcionan sombra a los animales en días calurosos y/o refugio en días lluviosos.
- b. En un momento dado, los árboles dispersos pueden ser fuente de alimentación para los animales (forraje, frutos, semillas).

- c. Se puede generar un ingreso adicional, si los árboles dispersos presentan un alto valor económico (frutales o maderables).
- d. Los árboles dispersos se pueden considerar como refugio y fuente de alimentación para la avifauna existente en una zona en particular.

Desventajas de los Árboles dispersos en potreros

- a. Los costos de manejo adicionales; relacionados con la protección de los árboles para evitar los posibles daños de los animales y la labor de limpieza que se debe realizar regularmente para evitar la competencia que puede presentarse con el pasto asociado son considerables.
- b. Cuando los árboles dispersos presentan un sistema foliar muy denso, evitan el paso de la luz limitando el desarrollo del estrato herbáceo.
- c. El constante refugio de los animales bajo la copa de los árboles, puede causar compactación del suelo y posiblemente la pérdida del estrato herbáceo.

6.9.2 Bancos de proteína

Los bancos de proteína son tecnologías silvopastoriles donde los árboles y/o arbustos se cultivan en bloque y a alta densidad (mayores a 5000 plantas/ha). Generalmente se encuentran asociados con pastos o alguna otra especie forrajera de tipo herbáceo.

El propósito es aumentar la producción y calidad de forraje para la alimentación animal. Los bancos de proteína utilizados bajo corte, deben establecerse cerca de los sitios de alimentación para reducir los costos de “acarreo” y facilitar la fertilización orgánica con

excrementos de los animales. Los bancos usados bajo pastoreo deben establecerse en áreas adyacentes a potreros; incluso, pueden ser parte del potrero (20–25 % del área) (FIDAR, 2003).

El arreglo espacial para diseñar bancos forrajeros bajo corte una opción puede ser: utilizar distancias de 0.8 a 1.0 m entre surco y de 0.25 a 0.50 m entre plantas o sitios

Figura 3.

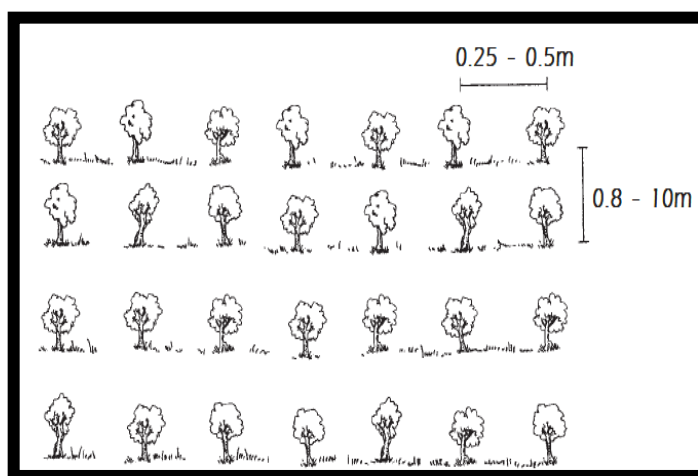


Figura 3. Banco forrajero bajo corte / acarreo.

Bajo pastoreo una opción puede ser: distancia entre hileras de 2.0 m y de 0.50 a 1.0 m entre plantas

Figura 4.

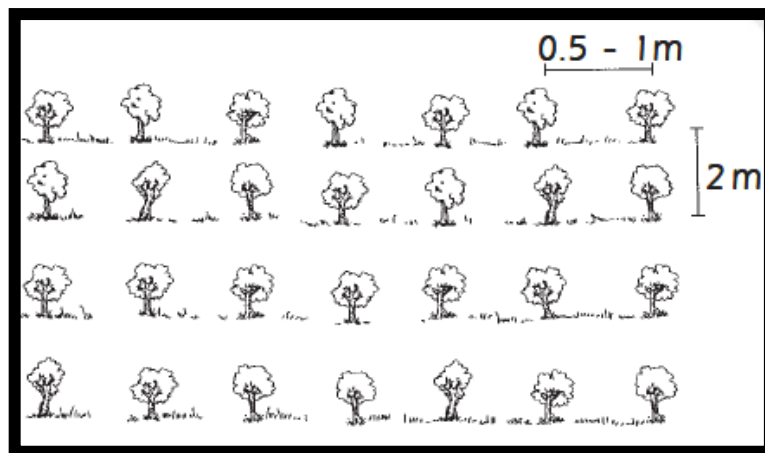


Figura 4. Banco forrajero bajo pastoreo.

El manejo del banco de proteína bajo corte, se recomienda realizar el primer aprovechamiento cuando las plantas han alcanzado una altura de 1.5 m. La altura de corte; generalmente debe oscilar entre 0.5 y 1.0 m. Es apropiado efectuar las podas cada 3–4 meses; este periodo puede ser mayor dependiendo de la capacidad de rebrote de la especie leñosa y la zona ecológica donde se establece. El manejo del banco de proteína bajo ramoneo una opción podría ser, teniendo en cuenta la altura antes del primer aprovechamiento (1.5 m). El pastoreo debe ser rotacional; con un periodo de ocupación entre 1 y 5 horas diarias y un periodo de descanso de 60 a 90 días. Es recomendable realizar podas de homogenización 1 o 2 veces al año, a una altura entre 0.50 y 1.0 m (FIDAR, 2003).

Ventajas de los Bancos de proteína

- a) Pueden establecerse en áreas relativamente pequeñas, por la alta densidad de siembra.
- b) Existe disponibilidad de forraje durante todo el año, si se realiza un buen diseño y manejo del sistema.
- c) Cuando se utiliza para corte y acarreo, puede establecerse en pendientes elevadas.
- d) Bajo un manejo de corte y acarreo se puede establecer más de una especie forrajera.
- e) Dependiendo de la capacidad productiva de la (s) especie (s) utilizada (s) en bancos forrajeros, la cantidad de biomasa para la alimentación animal es alta comparada con otro tipo de sistema.

Desventajas de los Bancos de proteína

- a) Los costos de establecimiento (insumos) son relativamente altos.
- b) La cantidad de mano de obra que requiere bajo un manejo de corte y acarreo es alta.
- c) Es necesario fertilizar regularmente el sistema para impedir que el nivel productivo de las especies disminuya significativamente.
- d) Bajo corte y acarreo, el sistema debe establecerse lo más cerca posible a la zona de alimentación.

- e) La vida útil del banco de proteína bajo pastoreo puede ser menor, ya que hay mayor riesgo de pérdida del mismo por el mal manejo.

6.9.3 Barreras rompevientos

Son hileras de árboles, arbustos, o ambos de diferentes alturas y establecidos en sentido opuesto a la dirección principal del viento. Su función principal es la de proteger a cultivos y animales de la acción mecánica del viento, reduciendo su velocidad, evitar la pérdida de fertilidad del suelo por causa de erosión eólica y contribuir a regular las condiciones de microclima de la finca (FIDAR, 2003).

El diseño debe ajustarse a los objetivos del componente a proteger: cultivo (pastos), animal o árbol. También, se debe tener en cuenta las características de clima, suelo y topografía del área de establecimiento Figura 5.

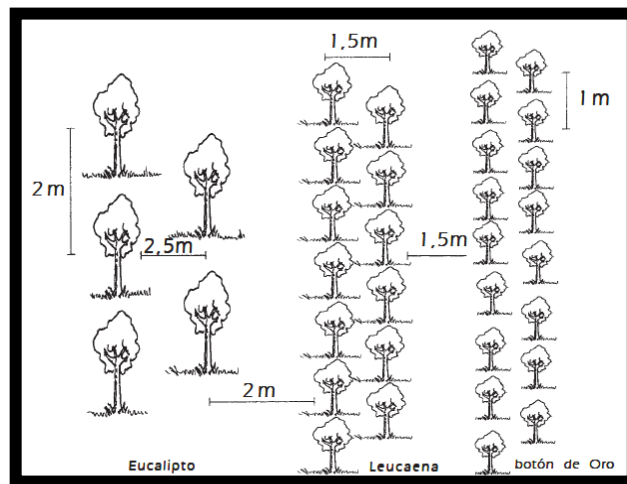


Figura 5. Esquema de una Barrera rompeviento.

Después de la siembra algunos árboles mueren por lo que se requiere una reposición inmediata; por tanto, debe tratar de lograrse un 100 % de sobrevivencia de las plantas establecidas. La actividad de poda está asociada con el aprovechamiento y es tan benéfica para la planta misma como para derivar productos y sirve también para eliminar partes secas, mejorar la calidad de la madera, estimular el rebrote, controlar deformaciones y efectos de sombra indebidos (FIDAR, 2003).

Ventajas de las Barreras rompeviento

- a. Reduce la velocidad del viento en parcelas con fines agropecuarios.
- b. Regulación del microclima de la finca que favorece a los cultivos (pasto) o a los animales.
- c. Conservación de los recursos naturales mediante el control de la erosión del suelo y exceso de evapotranspiración.
- d. Generación de productos adicionales para la venta y el consumo (postes, leña, madera, frutos, semilla, forraje, entre otros).
- e. Proveer hábitat para especies animales.

Desventajas de las Barreras rompeviento

- a. Es necesario proteger de un prematuro ramoneo de los animales, los árboles y/o arbustos mientras se establecen.
- b. Se requiere un conocimiento de la estructura de las especies arbóreas y arbustivas seleccionadas, para lograr los objetivos de la barrera rompevientos.
- c. Se necesita conocer la dirección del viento, para que el sistema de barreras rompevientos cumpla con la función específica.
- d. Algunas veces las especies plantadas pueden generar efectos adversos a los cultivos (pastos) adyacentes, por efectos alelopáticos o de sombra.
- e. Puede ser hospedero de plagas, malezas y enfermedades de cultivos y/o animales.

6.9.4 Cercos vivos

Son hileras de árboles o arbustos plantados que separan un potrero de otro, complementado con el uso de alambre de púas. Cada vez es más reconocida su importancia ya no solo para delimitar propiedades, sino a través de otras funciones de proveer forraje, leña, madera, postes, alimentos, uso ornamental y promoción de la biodiversidad. Las cercas vivas constituyen una opción silvopastoril cuando delimitan potreros o áreas de uso ganadero (FIDAR, 2003).

- Protegen a los animales contra el viento, frío y la lluvia.

- Ayudan a contrarrestar el efecto desecante del viento sobre las pasturas.
- Contribuyen a controlar la erosión eólica del suelo, en pasturas con pobre cobertura.
- Pueden proveer otros productos (forraje, leña, madera, postes) y delimitan áreas de pastoreo y/o linderos.

Es una tecnología silvopastoril en una sola hilera de árboles y/o arbustos que delimitan una propiedad, división de potreros en fincas ganaderas o dividir diferentes usos de la finca.

El espaciamiento es variable, pero una opción es establecer las plantas a una distancia entre 2 y 4 m Figura 6.

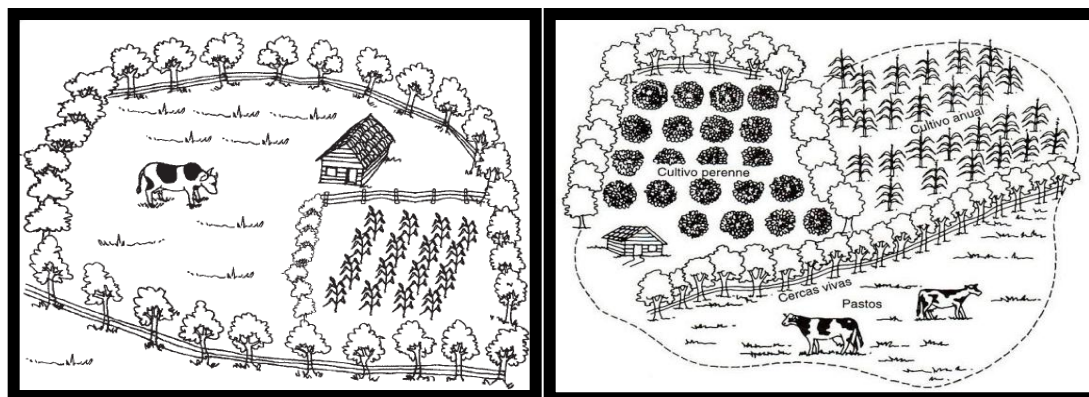


Figura 6. Cercas Vivas.

Las cercas vivas se establecen por reproducción vegetativa con plantaciones por medio de estacas grandes (generalmente 2.5 m. de largo y 8 a 20 cm. de diámetro) que enraízan con facilidad y sobre las cuales se pasan varios hilos de alambre de púas. También puede

establecerse a partir de plantas provenientes de vivero. Si la mortalidad supera el 10 %, es necesario programar un replante, con el objetivo de mantener uniformidad de espaciamiento; se debe proteger las plantas del ramoneo prematuro, eliminando brotes bajos; realizar podas de formación orientadas a fortalecer el árbol; y podas de producción, dirigidas a obtener productos en forma sustentable (FIDAR, 2003).

Ventajas de las Cercas vivas

- a. Permite una delimitación clara e inequívoca de la propiedad o finca.
- b. Es una forma de generar productos para su venta (frutos, semillas, madera, leña) en áreas no utilizadas o marginales.
- c. Presenta poca competencia con los cultivos (pastos) asociados.
- d. Puede incrementar el valor de la propiedad, además de que contribuye a un mejoramiento estético del paisaje.
- e. Los aclareos y podas pueden producir leña y postes para la construcción de otras cercas necesarias en la finca.
- f. Favorecen la biodiversidad y reducen la presión sobre los bosques.

Desventajas de las Cercas vivas

- a. Podría competir comparado con una cerca de postes muertos con los cultivos agrícolas y/o pastos adyacentes por agua, luz y nutrientes.
- b. A menudo hay que protegerlas de los animales durante la época de establecimiento, lo que aumenta su costo económico.

- c. La influencia de los árboles establecidos en los linderos se extiende a las dos áreas que se pretende delimitar, por lo que eventualmente se pueden presentar conflictos de intereses entre vecinos (reclamos por la sombra o sobre los productos generados por los árboles).
- d. Si se plantan especies frutales en el lindero y se utiliza a su vez como soporte del alambre de la cerca, hay una tendencia a utilizar el alambre para escalar el árbol y cosechar las frutas; por lo que se ocasiona un daño tanto al árbol, como al alambre.
- e. En áreas con suelos poco profundos o con una capa freática alta los postes vivos pueden caer debido a vientos fuertes. A menudo hay que protegerlas de los animales durante la época de establecimiento, lo que aumenta su costo económico.

6.9.5 Pasturas en callejones

Son arreglos que utilizan árboles o arbustos sembrados en líneas paralelas que acompañan el forraje de corte o de pastoreo con el propósito de mejorar el reciclaje de nutrientes, prevenir la erosión y reducir el efecto del pisoteo de los animales sobre el suelo (FIDAR, 2003).

Son una modificación silvopastoril de los cultivos en callejones en el cual se establecen especies forrajeras dentro de las bandas o hileras de árboles. Las pasturas en callejones pueden ser utilizadas como potreros o como áreas de cultivo bajo sistema de corte y acarreo. Las Pastura en callejones son una tecnología silvopastoril, en el cual se

establecen hileras de árboles y/o arbustos forrajeros de rápido crecimiento, en asociación con plantas herbáceas (pastos o leguminosas) entre las hileras. Su objetivo principal es el de proveer mayor producción de forraje para los animales, mejorar la calidad del suelo y reducir los procesos de erosión (FIDAR, 2003).

El arreglo espacial de esta tecnología silvopastoril bajo el manejo de pastoreo/ramoneo, puede presentar varias formas: hilera simple baja densidad, hilera simple alta densidad, hilera doble e hilera alterna (Figuras 7, 8, 9 y 10 respectivamente).

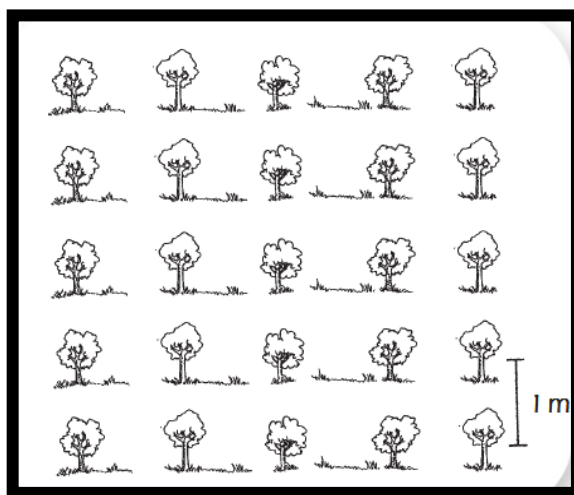


Figura 7. Hilera simple baja densidad.

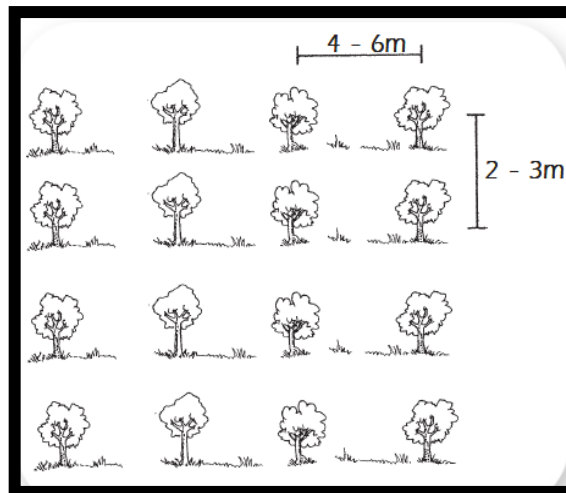


Figura 8. Hilera simple alta densidad.

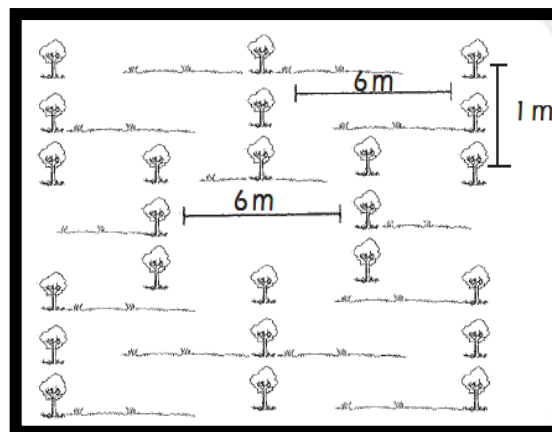


Figura 9. Hilera doble.

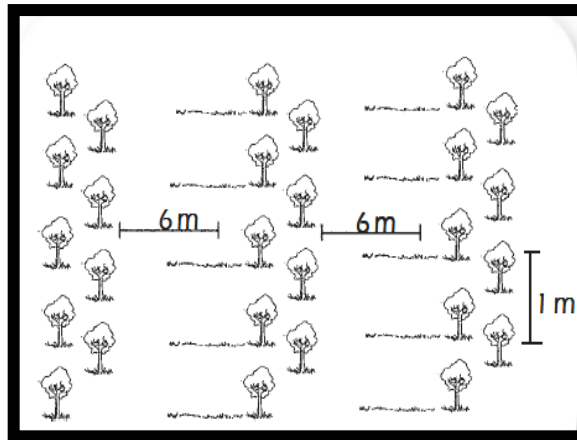


Figura 10. Hilera alterna.

Para el manejo de esta tecnología se debe considerar que el primer aprovechamiento debe hacerse cuando: la planta haya desarrollado un buen sistema de raíces, el tallo haya engrosado lo suficiente como para resistir daños causados por los animales en pastoreo, y las plantas hayan alcanzado una altura entre 1.0 y 1.5 m. Para asegurar la presencia de los árboles y/o arbustos es fundamental regular la carga animal y establecer un esquema de pastoreo rotacional y un periodo de descanso que depende del tiempo de recuperación del forraje consumido por el animal (60 – 90 días) (FIDAR, 2003).

Ventajas de las Pasturas en callejones

- a. Bajos costos de establecimiento, ya que la densidad de plantas por área es menor a un banco forrajero.
- b. No requiere mano de obra para el aprovechamiento del forraje disponible, debido a que son los animales quienes ramonean directamente.

- c. Los árboles y/o arbustos plantados pueden cumplir la función de barreras vivas en zonas donde se presente erosión.
- d. Si se utilizan especies leguminosas, éstas pueden contribuir al mejoramiento de la fertilidad del suelo por fijación de nitrógeno, favoreciendo el desarrollo y rendimiento del pasto asociado.

Desventajas de las Pasturas en callejones

- a. Es necesario aislar el terreno durante un periodo prolongado, mientras se desarrollan las especies arbóreas y/o arbustivas establecidas.
- b. Dependiendo de la especie utilizada y las características edafoclimáticas de la región, el periodo que se necesita esperar antes del primer ramoneo puede ser significativo.
- c. No se puede establecer más de una especie, ya que existen diferencias en el periodo de crecimiento.
- d. Las especies forrajeras deben tener similar capacidad de rebrote que la pastura asociada, para impedir la excesiva madurez y/o lignificación del pasto.

6.9.6 Pastoreo en plantaciones

Es un arreglo en el cual se utilizan las plantaciones forestales o frutales para el pastoreo de animales. El componente animal se utiliza como controlador de las plantas invasoras del cultivo forestal y/o de frutales. En esta tecnología silvopastoril, las herbáceas forrajeras (pastos y/o leguminosas) se encuentran asociadas con leñosas de alto valor

económico; debido a que son árboles y/o arbustos destinados para la producción de leña, madera, frutas o semillas (FIDAR, 2003).

El tipo de arreglo espacial para esta tecnología depende del tipo de árbol y/o arbusto y del propósito para el cual se establecen. Pueden plantarse alta o baja densidad; en triángulo, cuadrado o rectángulo (Figuras 11, 12 y 13).

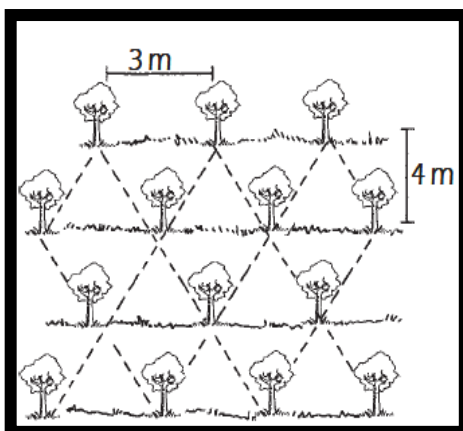


Figura 11. Plantación en cuadro.

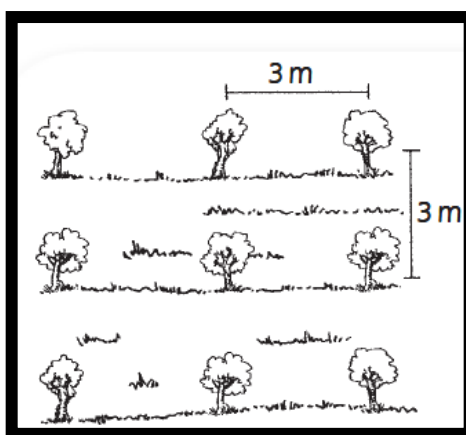


Figura 12. Plantación en triángulo

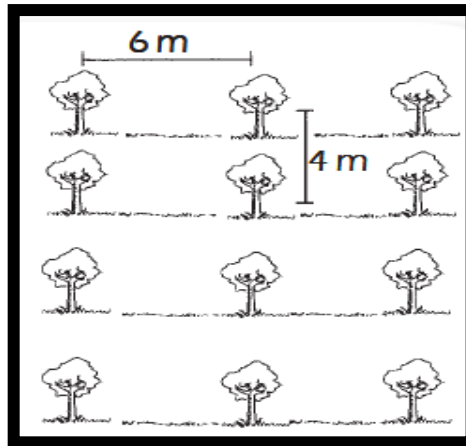


Figura 13. Plantación en rectángulo.

Para iniciar el pastoreo en esta tecnología silvopastoril se debe tomar en cuenta que los árboles deben tener la edad suficiente como para no ser dañados por los animales; la función de los animales es la de aprovechar el forraje disponible de las herbáceas y disminuir los costos de desmalezado de la plantación.

Es importante tener en cuenta que:

- a) si los animales se encuentran en la plantación de frutales, se debe cuidar que no afecten la cosecha;
- b) si se siembra una pastura en la plantación forestal, la sombra puede reducir el crecimiento y calidad de los pastos;
- c) los efectos de alelopatía pueden afectar el desarrollo de los pastos;
- d) ciertas especies de pastos pueden afectar el desarrollo de los árboles; y
- e) los animales pueden defoliar o dañar los árboles de la plantación, si esta no se maneja con cuidado.

Ventajas del Pastoreo en plantaciones

- a. Se aprovecha la cobertura herbácea de la plantación para la alimentación animal.
- b. Se disminuyen los costos de desmalezado de la plantación.
- c. Los árboles y/o arbustos plantados pueden generar ingresos significativos por la comercialización de sus productos (madera, frutas, semillas, látex, entre otros).
- d. Cualquier manejo aplicado al componente herbáceo tiene efectos colaterales sobre las leñosas y viceversa.

Desventajas del Pastoreo en plantaciones

- a. La competencia por espacio, agua, luz y nutrientes afecta la productividad de la vegetación herbácea.
- b. Las herbáceas asociadas, pueden atraer plagas o ser vectores de enfermedades que atacan a las leñosas.
- c. Los animales en pastoreo pueden causar daños a las leñosas.
- d. La reposición natural de las leñosas se puede ver interferida por el consumo animal o la competencia de la vegetación herbácea.

6.9.7 Interacciones en los sistemas silvopastoriles

Los árboles han sido utilizados por la humanidad durante miles de años para diversos fines. Clavero (1996) menciona que el uso directo de leguminosas es la producción de forraje, con alto contenido de proteína en el follaje y en frutos (primordialmente en la

época seca). La interacción entre los componentes suelo, pasto, animal y especies leñosas puede ser benéfico y perjudicial. La magnitud de estas interacciones dependerá, principalmente, de las especies seleccionadas, de la densidad de la plantación, del arreglo espacial y del manejo aplicado (Bustamante y Romero, 1991).

6.9.8 Servicios ambientales de los sistemas silvopastoriles

La elevada tasa de deforestación en los países tropicales tiene efectos locales como la degradación de los suelos y la pérdida de su productividad, también contribuye con una cuarta parte en las emisiones de CO₂ y otros gases hacia la atmósfera, proceso que causa cambios climáticos globales contribuyendo a la pérdida de la biodiversidad en los bosques naturales y al desequilibrio de otros ecosistemas terrestres (Monroy *et al.*, 2000).

Este mismo autor menciona que en América Latina, el incremento de las áreas con zacates, muchas veces seguida por su pronta degradación, se manifiesta en deterioro ambiental y su impacto es muy fuerte debido a su gran extensión en toda la región. Por esta razón centros de investigación nacional e internacional, gobiernos y donantes tienen como prioridad en sus agendas la evaluación y valorización de alternativas silvopastoriles en el trópico, que enfocan tres campos principales de servicios ambientales generados por sistemas silvopastoriles.

En los sistemas ganaderos tradicionales, uno de sus principales problemas es la degradación de pasturas, lo que se traduce en una disminución de oferta en forraje (Szott *et al.*, 2000). Sin embargo, los sistemas mejorados y bien manejados de pasturas,

agropastoriles y silvopastoriles representan una importante alternativa de recuperación de esas áreas degradadas (Ruiz *et al.*, 2008).

Tratando de buscar eficiencia en la absorción de fósforo dentro de suelos ácidos, compactados y lixiviados, la restauración de su fertilidad y de sus propiedades físicas, la investigación actual hace énfasis en el estudio de procesos simbióticos entre bacterias u hongos fijadores de nitrógeno, hongos micorrízicos y las especies leñosas y no leñosas presentes en sistemas silvopastoriles. Estudios realizados bajo suelos ácidos, muestran que la integración de *Acacia mangium* en pasturas con *Brachiaria*, contribuye al mejoramiento de la calidad del forraje y en el aumento del contenido de fósforo y nitrógeno del suelo (Botero y Russo, 1998).

El cambio en el uso de la tierra genera una liberación neta de carbono (C), los sistemas agroforestales almacenan C a corto y mediano plazo en árboles y en el suelo, reducen de manera indirecta la emisión de los gases de efecto invernadero causada por la deforestación y la agricultura migratoria (Pezo, 1997).

Los sistemas silvopastoriles, en comparación con tierras de zacates puros, pueden conservar mejor la materia orgánica en los suelos, especialmente en suelos ácidos y pobres en nutrientes, la ganancia neta de carbono de estos sistemas, se encuentra en la madera producida a largo plazo, para fines de construcción sin perjudicar al carbono orgánico almacenado en el suelo (Robles, 1990).

En los diferentes sistemas silvopastoriles la producción y extracción de madera para construcción, leña, carbón y postes, puede reducir la presión sobre los recursos naturales

de los bosques y los combustibles fósiles, de manera que hay un impacto indirecto positivo sobre la conservación del carbono en otros ecosistemas (Monroy *et al.*, 2000).

Monroy *et al.* (2000) mencionan que las cortinas rompevientos, cercos vivos u otras plantaciones forestales en línea o en forma de corredor influyen sobre el movimiento de los animales y la dispersión de las plantas. De esta forma se pueden tener funciones de bio – corredores, los cuales son importantes en paisajes agrícolas caracterizados por ecosistemas fragmentados.

También señalan que diferentes especies de aves usan las cortinas rompevientos como hábitat y a su vez estas son los vectores más importantes para la diseminación de las semillas, especialmente cuando la cortina esta conectada con el bosque. Es decir, estos sistemas silvopastoriles proveen un apoyo potencial considerable para la conservación de especies forestales dentro de este paisaje agrícola.

7. MATERIALES Y METODOS

7.1. Descripción del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el Municipio de Tepalcingo en las comunidades de Huitchila, los sauces y el limón, área núcleo y zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) que se ubica al sur del Estado de Morelos, cubre una superficie de 59,030 ha y tiene un rango altitudinal que va de los 700 a los 2,200 msnm. El límite natural al Suroeste es el Río Amacuzac y los cerros más importantes son: Temazcal, los Chivos, Pericón, el Jumilar, Frío, Potrero los Burros, el Cuacle y la Sierra de Huautla. Los municipios que están involucrados son los siguientes: Amacuzac, Ayala, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango y Tepalcingo. Los principales poblados son: Huautla, Huaxtla, Rancho Viejo, Xantiopa, Ajuchitlán, El Limón, Huixastla, Pueblo Viejo, Xochipala, Coaxintlán, El Salto y El Zapote (PCMREBIOSH, 2005).

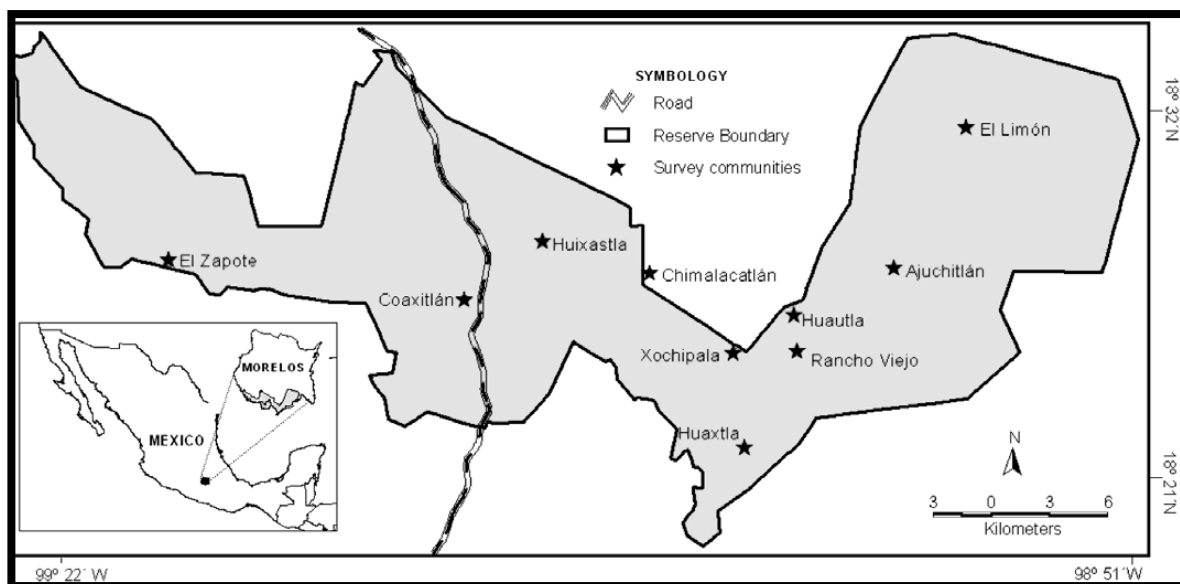


Figura 14. Mapa de Ubicación de la REBIOSH.

7.2. Características físicas

La REBIOSH está comprendida en dos provincias fisiográficas. La primera incluye el Eje Neovolcánico, particularmente la subprovincia del sur de Puebla, que en la REBIOSH está situada en la porción oriente y sur, constituida por una gran variedad de rocas volcánicas y sedimentos continentales que incluyen, depósitos yesíferos lacustres del Mioceno. La segunda provincia situada en la zona occidental de la REBIOSH, pertenece a la Sierra Madre del Sur, representada por la subprovincia de los Lagos y Volcanes del Anáhuac, en la cual se aprecian lomeríos intrincados y mesetas pequeñas con altitudes de 900 a 1,400 msnm (INEGI, 1981).

La topografía es esencialmente accidentada, encontrándose valles sólo en el extremo norte, prácticamente por fuera del polígono del área. El Río Amacuzac divide el área en

dos unidades: hacia el oriente la de Sierra de Huautla presenta una serie de lomeríos y serranías con gradiente altitudinal entre 1,000 y 1,300 msnm y alturas cercanas a 1,700 msnm; hacia el occidente, la de Cerro Frío ocupa el extremo norte de la Sierra de Huitzuco, con un gradiente altitudinal entre los 1,000 y 1,700 msnm, culminando en el Cerro Frío a 2,280 msnm. En ambas unidades la topografía es accidentada, con formación de múltiples cañadas y cañones, entre los cuales destaca la del Amacuzac, por donde este río drena hacia el Río Mezcala a 680 msnm (CETENAL, 1976).

7.2.1. Geología

El substrato geológico de la REBIOSH consiste en una plataforma caliza marina del Mesozoico que se manifiesta hacia el norte de Tilzapotla y hacia la cuenca del Río Mezcala. Esta plataforma fue interrumpida y disectada por fenómenos orogénicos ígneos del Cenozoico, que elevaron los cuerpos de las Sierras de Huitzuco y Huautla (Lugo, 1984).

En la REBIOSH se encuentra una variedad considerable de rocas. Las ígneas constituyen el componente principal, aunque se infieren eventos de metamorfismo en las aureolas de contacto de los intrusivos dioríticos y granodioríticos en la porción nortnoreste de la reserva. Las rocas más antiguas son las sedimentarias, las cuales datan del Cretáceo Inferior, litológicamente clasificadas como calizas y depósitos marinos interestratificados de areniscas y lutitas del Cretáceo Superior. Estas afloran en la porción norte de la REBIOSH, evidenciando anticlinales y sinclinales con pliegues recumbentes como resultado de la orogenia de la Sierra Madre del Sur y el Eje

Neovolcánico. También se les encuentra entre las unidades Sierra de Huautla y Cerro Frío. En la porción sur de la REBIOSH afloran conglomerados interdigitados con lutitas y areniscas. Por otro lado, las estructuras más notables y más abundantes son las rocas ígneas, las cuales datan del Oligoceno-Mioceno. Su composición es muy variada ya que existen derrames de andesitas, riolitas, tobas y brechas, las cuales afloran en grandes áreas de la reserva, sin embargo, la toba es por mucho la roca más abundante en la reserva. Finalmente, del periodo más reciente se encuentran los depósitos aluviales que yacen en las planicies de la cuenca del Río Amacuzac (PCMREBIOSH, 2005).

De gran importancia para diferentes consideraciones en la REBIOSH es la minería; posiblemente fluidos hidrotermales del Paleoceno, generados por cuerpos intrusivos, provocaron zonas de mineralización económicamente explotables, encontrándose yacimientos metalíferos principalmente de plata, plomo, cobre y oro (PCMREBIOSH, 2005).

7.2.2. Edafología

Las características de los suelos obedecen fundamentalmente a variantes ambientales que, en la REBIOSH, se derivan de la altitud, pendiente, clima, sustrato geológico, vegetación y procesos geomorfológicos que se han sucedido y han resultado en las unidades fisiográficas descritas anteriormente (PCMREBIOSH, 2005).

De acuerdo con INEGI (1981), los tipos de suelo dominantes en el área de la reserva son los feozem háplicos, regosoles éutricos y litosoles en los cuerpos montañosos. Estos tres tipos de suelos presentan severas limitantes para la producción agrícola.

Los feozem frecuentemente se asocian con una baja permeabilidad debida a las capas arcillosas en el horizonte B o con formaciones tepetatosas. Es común encontrarlos en las zonas de los glacís (sitios de transición hacia áreas planas y de alta pedregosidad y rocosidad, derivados de procesos de arrastre de materiales de zonas altas); se localizan también sobre materiales sedimentario-continetales en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur (Sierra de Tilzapotla y Sierra de Huautla), donde predomina el material volcánico. Los feozem háplicos incluyen suelos con horizontes petrocálcicos (tepetate o duripán) que, además de dificultar las labores del terreno por su dureza, provocan defectos en el riego y el drenaje de los predios; para corregirlos, se requieren labores de cinceleo profundo que suelen ser muy costosas; este tipo de suelo se forma en lechos acuáticos, antiguos y someros, sujetos a procesos de evaporación intensos (PCMREBIOSH, 2005).

Los regosoles son suelos residuales, de textura gruesa, con poca diferenciación de horizontes, derivados del intemperismo in situ de la roca madre o bien de regolita producto de acarreo de procesos coluviales y aluvio-coluviales. Poseen limitantes en cuanto a pendiente y pedregosidad, ya que muchas veces se encuentran en el piedemonte de serranías y lomeríos. Los regosol éutricos son suelos inmaduros de textura gruesa que suelen presentar muy baja retención de humedad y cohesión (PCMREBIOSH, 2005).

Este tipo de suelo se forma por deposición pluvio-fluvial de arenas y gravas, resultantes de la erosión de las montañas y suele ser poco productivo para labores agrícolas (PCMREBIOSH, 2005).

Los litosoles son suelos muy someros, con nula diferenciación de horizontes, en donde la roca madre está en sus procesos iniciales de intemperización. Son típicos de zonas montañosas con fuerte pendiente y de zonas volcánicas, derivados de material ígneo de extrusión reciente, en su composición interviene más del 70 % de materia pétreo derivada de la roca madre y se consideran no aptos para la agricultura (PCMREBIOSH, 2005).

La erosión de los suelos de la REBIOSH es moderada, aunque tiende a ser severa en áreas con vegetación perturbada y agricultura de temporal o en pendientes elevadas mayores del 15 % (Aguilar, 1998).

7.2.3. Hidrología

La REBIOSH se localiza en la región hidrológica RH18, cuenca del Río Balsas, en la subcuenca del Río Amacuzac. Presenta además tres subcuencas: al oriente, en la subregión de Huautla, se localiza la subcuenca del arroyo Quilamula; hacia el norte, cerca de Nexpa, se localiza la del Río Cuautla, y hacia la región de Cerro Frío se ubica la subcuenca del Río Salado, drenando hacia el Amacuzac (PCMREBIOSH, 2005).

Geohidrológicamente, el estado de Morelos puede dividirse en una zona de recarga y otra de afloramiento; la zona de recarga se divide en dos regiones: al norte corresponde a la Sierra del Ajusco y al sur, a las estribaciones de la Sierra Madre del Sur (sierras de Tilzapotla y Huautla), con formaciones de rocas ígneas extrusivas más antiguas, pero, por la pendiente general, su aporte se orienta hacia el norte del estado de Guerrero (PCMREBIOSH, 2005).

La mayoría de las corrientes de la REBIOSH son de temporal y sólo presentan caudal durante la temporada de lluvias. Los ríos permanentes son el Amacuzac y el Cuautla, a lo largo de cuyas vegas se presenta agricultura de riego. El caudal que baja de Cerro Frío se almacena en la Presa Emiliano Zapata y permite riego en las tierras de Tilzapotla. En general, el agua resulta un recurso limitante en la REBIOSH; las montañas de Cerro Frío y Huautla funcionan como generadoras, reguladoras y protectoras de los recursos hidrológicos superficiales y subterráneos, para los habitantes locales y para los que viven aguas abajo, en el estado de Guerrero (PCMREBIOSH, 2005).

Los cursos de agua temporales de la REBIOSH son los arroyos Atlipa, El Aguacate, Los Cuervos, Los Cuerillos, El Chirimote, El Potrero, El Jagüey, Chico, Grande, El Quilamula, El Agua Salada, Tortugas, La Huixilera, Las Anonas, La Joya, Bejuquera y El Zapotillo (PCMREBIOSH, 2005).

7.2.4. Climatología

En lo general, la REBIOSH presenta el clima Awo"(w)(i')g, que corresponde a un clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con un cociente P/T menor de 43.2, régimen de lluvias de verano y canícula; porcentaje de lluvia invernal menor de 5 %, isotermal y con una oscilación de las temperaturas medias mensuales entre 7° y 14 °C, la temperatura más alta se presenta en mayo y ésta oscila entre 26° y 27 °C, la marcha de la temperatura es tipo Ganges, es decir, el mes más caliente del año es anterior a junio (García, 1981). Los datos anteriores son el resultado de 10 años de registros de 4

estaciones meteorológicas en la Sierra de Huautla (El Limón, Huautla, Jolalpa y Tepalcingo).

Hacia las laderas medias de la Sierra de Huitzuco, en la Unidad de Cerro Frío, se presentan islas de clima cálido subhúmedo $Aw1''(w)(i')g$, con un índice de humedad superior al clima dominante, con un cociente P/T comprendido entre 43.2 y 55.3. Entre los 1,600 y 2,400 msnm se presenta un clima $A(C)w1''(w)ig'$, semicálido subhúmedo con lluvias en verano, intermedio, por su humedad, entre $w1$ y $w2$, con canícula o sequía de medio verano, porcentaje de lluvia invernal menor al 5 % de la anual (w), isothermal con oscilación menor de 5 °C, y marcha de la temperatura tipo Ganges (Vidal, 1980).

La precipitación es del orden de 900 milímetros anuales y se manifiesta durante el verano, entre junio y principios de octubre. Los máximos picos de precipitación se presentan durante julio y septiembre, pudiendo haber una baja o ausencia de precipitación durante el mes de agosto, conocida como canícula. La precipitación pluvial en la REBIOSH tiende a presentarse en forma de aguaceros o tormentas. En el mes de julio, por la formación de cúmulo nimbus, suelen presentarse violentos chaparrones, de hasta 80 mm que a veces son acompañados por granizadas. Estos tienen importantes consecuencias relativas al potencial de erosión y arrastre de las áreas desmontadas, así como de formación de aguas broncas en las laderas, cañadas y cauces, sobre los cuales, se asientan muchas de las comunidades que explotan los mantos freáticos durante las sequías (PCMREBIOSH, 2005).

En el estado de Morelos se presenta un gradiente pluvial que tiene una relación directa con la altitud, mientras que con la temperatura sucede el proceso contrario. Este fenómeno es particularmente visible en las serranías, donde los drásticos cambios altitudinales podrían representarse por ejemplo, en el perfil Cerro Tres Cumbres-Ocotepec, al norte del estado, que desciende de los 3,200 a los 1,750 msnm en 10.5 km de distancia horizontal (gradiente = 138 m/km). A pesar de que la mayor parte de la entidad forma una gran cuenca o depresión, las serranías del sur no presentan gradientes de la misma magnitud; destaca, sin embargo, el perfil Cerro Frío-Tilzapotla, que desciende de los 2,280 a los 1,000 msnm en 5 km (gradiente = 256 m/km). El efecto de estos gradientes altitudinales sobre las temperaturas se expresa en valores promedio anuales inferiores a 6 °C en las zonas de páramo del Popocatepetl, hasta superiores a 24 °C en las partes bajas de las cuencas del Amacuzac y del Nexapa (PCMREBIOSH, 2005).

7.3. Características biológicas

7.3.1. Ecosistemas

En la REBIOSH se presentan tanto ecosistemas terrestres predominantes como acuáticos. El principal tipo de ecosistema terrestre corresponde a la selva baja caducifolia. Los ecosistemas acuáticos en su mayoría son de temporal y en ellos existen un número limitado de especies vegetales con afinidades acuáticas. El único afluente permanente en la REBIOSH es el Río Amacuzac, el cual es el más importante del estado de Morelos. Un hecho que vale la pena destacar es la presencia de varias minas

abandonadas dentro de la REBIOSH, las cuales se han convertido en nichos de diversas especies de animales (PCMREBIOSH, 2005).

Aunque en la REBIOSH no se han realizado estudios exhaustivos a nivel de comunidades, poblaciones y especies, se ha señalado que la SBC es uno de los ecosistemas con mayor número de géneros y especies endémicas de nuestro país, lo que destaca la importancia de la conservación de este ecosistema (Ceballos *et. al.*,1999).

7.3.2. Unidades de vegetación

La unidad de vegetación que caracteriza a la REBIOSH, corresponde a SBC, (Miranda y Hernández X., 1963) o bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978). Sin embargo, también se encuentran algunas áreas con selva mediana subcaducifolia, bosque de encino y una pequeña isla de pino. La REBIOSH se encuentra localizada en la Provincia Florística de la Depresión del Balsas, la Región Caribeña y el Reino Neotropical, de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978). En este sentido la flora de esta área tiene una afinidad netamente neotropical. Existen pocos elementos que son representativos de regiones templadas, tales como *Quercus glaucooides* (Fagaceae) y *Pinus maximinoi*, de los cuales se han encontrado pequeños manchones en las partes más altas de las montañas de la Sierra (PCMREBIOSH, 2005).

Las características fisonómicas principales de la SBC, residen en su marcada estacionalidad climática, originando así que la mayor parte de las especies vegetales pierdan sus hojas por períodos de cinco a siete meses, en la época seca del año. Los árboles en general presentan un reducido tamaño, alcanzando alturas de 4 a 10 m y muy

eventualmente hasta 15 m. La temperatura media anual es un factor determinante para definir la distribución de SBC la cual oscila entre los 20 y 29 °C (Rzedowski, 1978). En el estado de Morelos la SBC se distribuye entre los 800 y los 1800 msnm y comprende dos terceras partes del total de su territorio. Existen varias especies que dominan el paisaje, siendo las más comunes *Conzattia multiflora*, *Lysiloma acapulcense*, *L. divaricata* (Fabaceae) y varias especies de los géneros *Bursera* (Buseraceae) y *Ceiba* (Bombacaceae). Un elevado número de las especies vegetales presentan exudados resinosos o laticíferos. Las hojas compuestas son comunes, especialmente en especies de las familias Fabaceae y Burseraceae. En las zonas alteradas se establecen asociaciones de vegetación secundaria formadas principalmente por arbustos espinosos mimosoideos (Fabaceae), con especies tales como *Acacia farnesiana*, *A. cochliacantha*, *A. pennatula*, *A. bilimekii*, *Mimosa polyantha*, *M. benthamii*, *Pithecellobium acatlensis*, y *Prosopis laevigata*, entre otras (Dorado, 1983).

En la vertiente norte de la Unidad de Cerro Frío, especialmente en las cañadas, se presentan especies corpulentas que abundan en selvas medianas, como *Enterolobium cyclocarpum* y *Licania arborea*. Como característica distintiva se puede mencionar que su selva permanece verde y con follaje una gran parte del año. Otras características que diferencian a esta área son: la abundancia y diversidad de árboles pertenecientes a la familia Anonaceae; la presencia de *Ceiba pentandra*; la total ausencia de grandes cactáceas candelabroiformes; la presencia de cinco especies de Aráceas no asociadas a la existencia de agua corriente y la existencia de lianas de gran grosor y abundancia, entre los 1100-1400 msnm. El promedio de altura de la selva supera los 12 m, abundan los

árboles que presentan un diámetro superior a 60 cm. En las partes bajas más expuestas, se observa un encinar relictual de *Quercus magnoliaefolia* hacia la parte alta, se observan encinares secos, lo que se pudiera considerar como relictos de Bosque Mesófilo (De La Maza y Ojeda, 1995).

7.3.3. Flora

Se ha estimado que el número de especies de plantas vasculares nativas para Morelos es de alrededor de 3,345 (Bonilla y Villaseñor, 2003), cifra que representa aproximadamente entre el 10 y el 12 % del total calculado para la República Mexicana. Para la REBIOSH se ha registrado un total de 939 especies nativas de plantas vasculares, incluidas en 478 géneros y 130 familias. Las familias más abundantes en cuanto a número de especies son Fabaceae, Poaceae, Asteraceae y Burseraceae. Cabe señalar que aunque la familia Burseraceae sólo está representada por un género (*Bursera*), es rica en especies (15), todas ellas de gran importancia económica, dado su alto contenido de resinas y aceites. Además de su importancia biológica, como uno de los componentes principales de este tipo de unidades de vegetación (PCMREBIOSH, 2005).

Aunque el conocimiento de los recursos biológicos de la REBIOSH aún es limitado, estudios sistemáticos recientes han permitido la descripción de nueve posibles especies nuevas para la ciencia que actualmente se encuentran bajo estudio para su publicación oficial. Además, se han realizado nuevos registros de nueve familias, 88 géneros y 343 especies para la reserva. Para Morelos esto representa nuevos reportes de una familia, siete géneros y 44 especies (PCMREBIOSH, 2005).

Hasta la fecha, solamente se conoce una especie endémica del área, *Brongniartia vazquezii*, Fabaceae (Dorado, 1983); sin embargo, existe un potencial muy amplio de encontrar nuevos registros. Es importante mencionar que algunas especies sólo conocidas para los estados de Puebla y Oaxaca, tales como *Mimosa goldmanii* y *M. lactiflua*, se han reportado también para la Sierra de Huautla (Dorado, 1983). Este hecho sugiere que esta región puede convertirse en el reservorio más importante de vida silvestre de la SBC de la región sur de México.

B. Vazquezii puede considerarse como especie en riesgo dado que solamente se han encontrado seis poblaciones con un número muy reducido de individuos (30 en promedio). Por otro lado, se ha detectado una gran cantidad de especies con importancia de índole económica, susceptibles de comercialización o autoconsumo por los campesinos de la zona. De ellas pueden utilizarse cortezas medicinales (quina amarilla, *Hintonia latiflora*; cuachalalate, *Amphipterygium adstringens*; paraca, *Senna skinneri*); frutos (nanche, *Byrsonima crassifolia*; guachocote, *Malpighia mexicana*; y ciruela, *Spondias mombin*); semillas (pochote, *Ceiba aesculifolia*) y hierbas comestibles (chipiles, *Crotalaria pumila*) (Maldonado, 1997).

7.3.4. Fauna

Los estudios faunísticos que se han realizado en la REBIOSH se han limitado básicamente a la elaboración de listados de especies de diferentes localidades, distando mucho de constituir una relación completa de la diversidad de animales en la región. Esta falta de información se debe en gran medida, a la dificultad que presenta la

evaluación de una zona con condiciones topográficas, climáticas y ambientales tan complejas como las existentes en la reserva. No obstante, esta heterogeneidad ambiental es la que permite que en la región ocurra una amplia variedad de comunidades animales (PCMREBIOSH, 2005).

En la REBIOSH se han registrado ocho especies de peces, 11 de anfibios, 52 de reptiles (Aguilar *et. al.*, 2003), 220 de aves, y 66 de mamíferos (Sánchez y Romero, 1992).

La región que comprende la REBIOSH tiene influencia tanto neotropical como neártica. Este hecho ha permitido la existencia de un gran número de endemismos, como es el caso de los anfibios y reptiles (Casas y Reyna, 1990) y los mamíferos (Ramírez-Pulido y Castro, 1990). Por otro lado, la marcada estacionalidad climática de la SBC obliga a que diversas especies de animales realicen movimientos migratorios tanto a escala local como a grandes distancias (PCMREBIOSH, 2005).

Para los pobladores de la REBIOSH, la fauna ha representado un recurso importante, ya que distintas especies de animales son utilizadas como alimento, medicinales e incluso algunas de éstas son comercializadas. Desafortunadamente, algunas de estas actividades han propiciado que varias especies como el puma, el lince y el jabalí se encuentren amenazadas. Sin embargo, estudios realizados en ecosistemas similares (región Chamela-Cuixmala, Jalisco) han mostrado que al menos 40 especies de vertebrados, excluyendo los peces (15 % de la riqueza de especies de la región), están en riesgo de extinción (Ceballos, García-Aguayo y Rodríguez, 1993). Una de las especies que se ubica en esta categoría de riesgo es la guacamaya verde (*Ara militaris*), la cual ha sido

reportada por pobladores de la Sierra de Huautla. Apparently, ésta se encuentra en una región bien conservada, donde el terreno es accidentado y dominan las cañadas. La presencia de esta ave enfatiza la importancia de conservar el área, ya que esta especie no sólo está en peligro de extinción por su comercio ilegal, sino mayormente por la destrucción y reducción de su hábitat natural (PCMREBIOSH, 2005).

7.3.5. Especies de Flora y Fauna con algún uso

Como se mencionó anteriormente, el número de especies nativas de plantas vasculares reportadas para la REBIOSH es de 939; si además se incluyen las cultivadas (136) se registra un total de 1,075, es decir, de este gran total, el 87.3 % son silvestres y el 12.7 % son cultivadas (PCMREBIOSH, 2005).

Del total de las especies de plantas, 602 que corresponde al 56 % son aprovechadas por las comunidades locales y son éstas, las que satisfacen necesidades básicas de salud, alimentación, vivienda, construcción, instrumentos de labranza, enseres domésticos; así como para fines ornamentales, ceremoniales artesanales y forrajeros, entre otros (PCMREBIOSH, 2005).

Las especies útiles están comprendidas en 126 familias, 292 géneros y 602 especies. Las familias con mayor número de especies útiles son: Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Solanaceae, Cactaceae y Euphorbiaceae. Por su forma de vida el mayor número de especies corresponde a las hierbas, seguida de los árboles y los arbustos. Se tienen 16 categorías de uso, siendo las de mayor importancia por el número de especies que

representan: las medicinales, alimenticias, de la construcción y ornamentales (PCMREBIOSH, 2005).

De las especies faunísticas registradas en la REBIOSH, la población humana utiliza una gran cantidad de ellas con diferentes fines: 17 de mamíferos, 54 de aves, cuatro de reptiles, tres de anfibios, cinco de peces y cuatro de insectos (PCMREBIOSH, 2005).

7.3.6. Especies vegetales con uso potencial

Muchas especies de la flora y fauna silvestre de la REBIOSH son utilizadas por los pobladores de la región; principalmente la flora, ya que varias especies se utilizan en la construcción, como combustible, para forraje, para la extracción de resinas, como curtientes, otras son de uso ritual, tintóreas o para tutores, así como algunas con propiedades insecticidas (PCMREBIOSH, 2005).

Para la construcción, el número de especies de plantas empleadas es de 91, correspondiente al 15.1 % de las especies útiles. La parte de la planta de mayor utilidad es el tallo. Destacan en este grupo el tepemezquite o tlahuitol (*Lysiloma divaricata*) y el tlamiahual (*Tabebuia impetiginosa*) entre otras, ya que por la calidad y durabilidad de su madera tienen gran demanda. La actividad de extracción selectiva de estas especies hace que las poblaciones disminuyan y cada vez las distancias recorridas para su extracción sean más lejanas; estas especies se emplean en la construcción de viviendas rurales, instrumentos de labranza y enseres domésticos (PCMREBIOSH, 2005).

En la construcción de la vivienda rural se seleccionan especies que por su dureza y flexibilidad son utilizadas como horcones, postes, morillos, vigas, bajareque, amarres y para cubrir el techo de las viviendas. Otras especies son empleadas para elaborar artículos utilizados en el hogar; como mesas, bancos, bateas y alacenas entre otros. En la elaboración de instrumentos de labranza se escogen especies resistentes pero fáciles de moldear, que son usadas para la fabricación de mangos para azadón, palas, picos, yugos, manceras, timón y justes para los animales de carga (PCMREBIOSH, 2005).

La extracción de leña es una actividad muy marcada en las zonas rurales, ya que el 75 % de las amas de casa utilizan este tipo de combustible (INEGI, 1991). Existen en la reserva 45 especies empleadas con este fin, que corresponden al 7.5 % del total de plantas útiles, sin embargo las especies de mayor demanda son: el tepemezquite o tlauhuitol (*Lysiloma divaricata*), palo del Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*). En la REBIOSH se emplean 45 especies (7.5 %) como forraje, utilizando principalmente las hojas o frutos, algunas de ellas son fomentadas en los potreros para ramoneo. Las especies que sirven para este fin, corresponden a las familias Fabaceae y Poaceae; por ejemplo huizache (*Acacia farnesiana*), espino blanco (*Acacia pennatula*), tepemezquite o tlauhuitol (*Lysiloma divaricata*) y zacate de agua (*Aristida adscensionis*) (Maldonado, 1997).

Algunas especies de plantas son fomentadas como cercos vivos, cuyo objetivo es proteger y delimitar las parcelas y potreros o son aprovechadas como cortinas rompevientos; además proporcionan elementos para la vivienda, la alimentación y la

salud. Las especies preferidas para cercos vivos son: el cuachalalate (*Amphipterigium adstringens*), el zompante (*Erythrina americana*), la ticumaca (*Bursera bicolor*) y el guamúchil (*Pithecellobium dulce*). Se reportan un total de 23 especies utilizadas con este fin y que corresponden al 3.8 %. Para la extracción de resinas se utilizan siete especies (1%) generalmente de las familias Burseraceae y Fabaceae cuyas sustancias son extraídas para emplearlas localmente o para su venta; tal es el caso de la resina de copal, que se extrae del copal chino (*Bursera bipinnata*) y del copal manso (*Bursera copallifera*), así como la esencia de olinalé (*Bursera aloexylon*) (PCMREBIOSH, 2005).

Con propiedades curtientes están consideradas siete especies que presentan taninos en sus cortezas; son características de este grupo las leguminosas (Fabaceae) como el guamúchil (*Pithecellobium dulce*) y corresponden al 1.2 % del total. En ceremonias religiosas y tradicionales son utilizadas siete especies para ofrecer flores a la virgen durante el mes de mayo, como el cacaloxochitl (*Plumeria rubra*), en el día de muertos y en el día de San Miguel Arcángel (PCMREBIOSH, 2005).

Se tiene conocimiento de que siete especies (1.2 %) se emplean como tintóreas, entre ellas el palo del Brasil y el palo dulce, que son útiles para teñir fibras, sin embargo, en la actualidad no se emplean ya en la región. Están además, cuatro especies (0.6 %), como el chapulixtle (*Dodonea viscosa*), cuyo tallo es utilizado en la agricultura para dar sostén (tutores) a los cultivos de jitomate principalmente y son vendidas a los agricultores del norte del estado, que es la zona donde mayormente se practica este cultivo (PCMREBIOSH, 2005).

Un grupo aparte lo conforman las especies que causan alergias, intoxicaciones o que tienen sustancias venenosas y por lo tanto se tiene mucho cuidado que los niños no las consuman o se acerquen a ellas. Se reportan 20 especies de plantas con estas propiedades que corresponden al 2.09 % (Maldonado, 1997).

7.3.7. Especies utilizadas en la alimentación

La población de la región, utiliza con mayor frecuencia sobre todo en época de lluvias a las plantas como recurso alimenticio, ya sea la planta completa o una de sus partes (flor, fruto, semilla, hojas, bulbos, raíces). Dentro de la REBIOSH se identificaron 135 plantas comestibles que corresponden al 20.16 % del total de especies útiles de la reserva, de las cuales 44 son cultivadas. Las plantas comestibles son colectadas en diferentes épocas del año, generalmente las hierbas o quelites son colectados en la época de lluvia y los frutos y las cortezas en la estación seca. Algunas especies se consumen como alimento ya sea como complemento a la dieta o a manera de golosinas (PCMREBIOSH, 2005).

En la REBIOSH, hay cinco especies de mamíferos, nueve de aves, cuatro de reptiles, una de anfibios, tres de peces y cuatro de insectos que son cazadas o recolectadas para ser usadas como alimento (PCMREBIOSH, 2005).

7.3.8. Especies con uso medicinal

En la reserva se utilizan 401 especies de plantas con uso medicinal, correspondientes al 66.61 % del total de especies útiles. Generalmente estas plantas resuelven los principales problemas de salud debido a que sólo el 60 % de las comunidades cuentan con servicio

médico y algunas de ellas de manera esporádica. Entre las enfermedades más frecuentes que son atendidas con especies medicinales de la región se encuentran las correspondientes al aparato digestivo, piel, sistema urinario y aparato respiratorio, entre otras (PCMREBIOSH, 2005).

Las especies de mayor importancia por su diversidad y frecuencia de uso son: las cortezas de quina amarilla (*Hintonia latiflora*), el cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) y la paraca (*Senna skinneri*), frutos de cuatecomate (*Crescentia alata*), grangel (*Randia echinocarpa*), madera de Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y pánicua (*Cochlospermum vitifolium*). Es importante señalar que las partes de la planta que más se emplean con fines medicinales en orden de importancia son: hojas, corteza, flor y raíz (Maldonado, 1997).

También algunas especies de fauna silvestre tienen un uso medicinal, entre ellas seis especies de mamíferos: coyote (*Canis latrans*), zorrillo cadeno (*Conepatus mesoleucus*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), zorrillo rayado (*Mephitis macroura*), tejón (*Nasua narica*) y el zorrillo pigmeo o pinto (*Spilogale putorius*); tres de reptiles: iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), mazacuata (*Boa constrictor imperator*) y la serpiente de cascabel (*Crotalus durissus culminatus*) (PCMREBIOSH, 2005).

7.3.9. Especies con uso ornamental

Para uso ornamental, 91 especies de plantas son utilizadas por los pobladores de la reserva, que corresponden al 15.1 % del total de plantas útiles. Además de las especies introducidas, se fomenta el uso de algunas especies silvestres, por ejemplo: el

cacaloxochitl (*Plumeria rubra*), el cazahuate (*Ipomoea arborescens*), el ayoyote (*Thevetia thevetioides*) y el clavellino o rosal (*Pseudobombax ellipticum*) (PCMREBIOSH, 2005).

La fauna silvestre que se emplea como mascota por parte de algunos pobladores incluye cinco especies de mamíferos: tejón (*Nasua narica*), venado (*Odocoileus virginianus*), mapache (*Procyon lotor*), ardilla (*Sciurus aureogaster*) y el ardillón (*Spermophilus variegatus*); siete de reptiles: tortuga (*Kinosternon integrum*), lagartija (*Coleonyx elegans*), iguana negra (*Ctenosaura pectinata*); dos especies de camaleones (*Phrynosoma taurus* y *P. asio*), mazacuata (*Boa constrictor imperator*) y la serpiente lombriz (*Lampropeltis triangulum*), así como una de anfibios (*Pachymedusa dacnicolor*). Se pueden añadir a esta categoría, 39 especies de aves, que tienen potencial de aprovechamiento como aves canoras y de ornato, que representan el 17.3 % del total de especies reportadas para la región y el 37.5 % del total de aves canoras y de ornato incluidas en el Calendario Cinegético y de Aves Canoras y de Ornato para la temporada 1999-2000 (CCACO 99-00).

7.3.10. Especies con potencial cinegético

Con base en lo señalado en el CCACO 99-00 en la REBIOSH hay 22 especies de mamíferos y aves que tienen potencial para cacería deportiva (tabla 1). De estas especies, 10 son mamíferos 16.6 % de un total de 66 especies reportadas para la zona y 38.5 % del total de especies incluidas en el CCACO 99-00 y 12 de aves 5.5 % del total de 220 reportadas para la zona y 20 % del total de especies de aves cinegéticas incluidas

en el CCACO 99-00. Sin embargo, la cacería con fines deportivos es poco común y más bien, esta actividad se ha practicado con el fin de obtener alimento para autoconsumo.

Cuadro 1. Especies de mamíferos y aves con potencial de cacería deportiva en la REBIOSH.

Mamíferos	Aves
<i>Dasypus novemcinctus</i> (armadillo)	<i>Agelaius phoeniceus</i>
<i>Didelphis virginiana</i> (tlacuache)	<i>Anas acuta</i>
<i>Canis latrans</i> (coyote)	<i>Anas crecca</i>
<i>Nasua narica</i> (tejón)	<i>Anas discors</i>
<i>Procyon lotor</i> (mapache)	<i>Columbina inca</i>
<i>Sciurus aureogaster</i> (ardilla)	<i>Columbina passerina</i>
<i>Spermophilus variegatus</i> (ardillón)	<i>Fulica americana</i>
<i>Sylvilagus cunicularius</i> (conejo)	<i>Leptotila verreauxi</i>
<i>Tayassu tajacu</i> (pecari)	<i>Molothrus ater</i>
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (zorra gris)	<i>Ortalis poliocephala</i> *
	<i>Philortyx fasciatus</i>
	<i>Quiscalus mexicanus</i>
	<i>Zenaida asiática</i>
	<i>Zenaida macroura</i>

Fuente: Calendario Cinegético y de Aves Canoras y de Ornato para la temporada 1999-2000. * Endémica a México

7.3.11. Especies con potencial artesanal

En el caso de especies empleadas en la elaboración de artesanías, 22 especies de plantas (3.6 %), son utilizadas para este fin, principalmente en la elaboración de muebles, máscaras, maracas y sillas de montar. Aún cuando en la región no son artesanos de tradición, existen padres de familia que elaboran artículos para uso doméstico (trompos

y máscaras). Además algunas especies son vendidas con este fin. Existen árboles con mayor demanda debido a la calidad de su madera, ya que se labran fácilmente como el Cuahulote (*Guazuma ulmifolia*), el cuatecomate (*Crescentia alata*) y el zompantle (*Erythrina americana*) (Maldonado, 1997).

Además, también la fauna silvestre tiene potencial de aprovechamiento como artesanía, en este caso, sólo se emplean algunas de sus partes. Son tres las especies de mamíferos empleadas: armadillo (*Dasypus novemcinctus*), venado (*Odocoileus virginianus*) y el conejo (*Sylvilagus cunicularius*); nueve de aves (*Archilocus colubris*, *Colibri thalassinus*, *Cynanthus latirostris*, *Cynanthus sordidus*, *Eugenes fulgens*, *Heliomaster constantii*, *Hylocharis leucotis*, *Lampornis amethystinus* y *L. clemenciae*); siete de reptiles: tortuga (*Kinosternon integrum*), iguana (*Ctenosaura pectinata*), Camaleones (*Phrynosoma asio*, *P. taurus*), mazacuata (*Boa constrictor imperator*) y la serpiente de cascabel (*Crotalus durissus culminatus*), así como dos de anfibios: los sapos (*Bufo marinus* y *B. occidentalis*) (PCMREBIOSH, 2005).

7.3.12. Especies carismáticas

Varias especies de la flora y fauna silvestre de la reserva tienen un gran atractivo para el hombre, principalmente por las características que muestran. En el caso de las plantas se tiene: tlamiahual (*Tabebuia impetiginosa*), ayoyote (*Thevetia thevetioides*), palo mulato (*Bursera grandifolia*), biznaga (*Coryphantha bumamma*), amate amarillo (*Ficus petiolaris*) y cazahuate (*Ipomoea arborescens*), entre otras (PCMREBIOSH, 2005).

En cuanto a las especies carismáticas de la fauna silvestre, podemos mencionar algunas que lo son por su belleza o por su importancia cultural, como las cinco especies de felinos presentes en la REBIOSH: puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), yaguarundi (*Herpailurus yagouarundi*), tigrillo (*Leopardus wiedii*) y el gato montés (*Lynx rufus*); al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), al tlacuachín (*Marmosa canescens*), al tejón (*Nasua narica*); algunas especies de aves como la guacamaya verde (*Ara macao*), el trogón serrano (*Trogon mexicanus*) o el pájaro raqueta (*Momotus mexicanus*); dentro del grupo de los reptiles al lagarto enchaquirado (*Heloderma horridum*) y entre los anfibios a la rana verde (*Pachymedusa dacnicolor*) (PCMREBIOSH, 2005).

7.4. Características socioeconómicas

7.4.1. Población

Las unidades Sierra de Huautla y Cerro Frío incluyen 31 comunidades que corresponden a los siguientes municipios: Amacuzac, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango y Tepalcingo. La población total según el censo del 2000 es de 20,682 habitantes (PCMREBIOSH, 2005).

En la zona que comprende la REBIOSH, debido a la falta de oportunidades de estudio y de trabajo para jóvenes y adultos en edad activa, la población tiende a emigrar hacia centros urbanos; éstos pueden ser las ciudades o pueblos cercanos e incluso los Estados Unidos de América. Esta población viene a formar parte de la región más marginada socialmente del Estado de Morelos en cuanto a servicios, oportunidades de educación,

empleo y salud. El índice de analfabetismo es de 20%, mientras el índice estatal es de 10.55%. La densidad de población es una de las más bajas del Estado. La tasa de crecimiento media anual de la población del Municipio de Tlaquiltenango es de 0.95% y todos los municipios que conforman la REBIOSH, tienen un promedio de 1.7% (PCMREBIOSH, 2005).

La fuerza de trabajo está dedicada principalmente al sector primario de la economía (agricultura). Las cabeceras municipales de los demás municipios, cuentan con un incipiente desarrollo urbano, sin embargo las localidades de éstos son propiamente rurales (PCMREBIOSH, 2005).

Los servicios públicos son deficientes, por ejemplo, el servicio de agua entubada sólo existe en el 61% de las comunidades de la REBIOSH. Respecto al drenaje, éste es más escaso todavía, sólo cuentan en promedio con el 30% de las comunidades de la región. El servicio sanitario existe en el 53% de las comunidades. Estos servicios condicionan el saneamiento de las comunidades, ya que la mayor parte del agua que se consume es de pozos, ocasionando muchas veces una grave contaminación del líquido y por lo tanto, altos índices de enfermedades gastrointestinales (PCMREBIOSH, 2005).

7.4.2. Infraestructura y servicios

El 90% de las localidades cuentan con servicio telefónico, el resto de las comunidades tienen que acudir a estas poblaciones para poder comunicarse. El servicio es caro y deficiente. Los servicios de correo y telégrafo están disponibles sólo en las ciudades cercanas (PCMREBIOSH, 2005).

7.4.3. Vivienda

Los lotes que forman parte de la vivienda de las comunidades de la REBIOSH son amplios, sin embargo, la casa-habitación es mucho más reducida, normalmente incluye un área destinada a la cocina, otra al dormitorio y el traspatio, lugar donde están los animales y el depósito de agua. El número de cuartos y los materiales utilizados depende del nivel de ingresos y del tamaño de la familia. Con respecto a los materiales de las viviendas destacan en orden de importancia; el adobe, tabicón y bajareque. El techo se construye de teja, lámina de cartón, lámina de asbesto o mampostería. Sin embargo, existen todavía algunas que conservan el material original que es el “zacate de loma” (Maldonado, 1997). La mayor parte de estas viviendas son de piso de tierra.

7.4.4. Abasto

En las comunidades existe el comercio en pequeña escala, principalmente abarrotes y productos obtenidos de las actividades agropecuarias locales, los cuales muchas veces son intercambiados. En la mayor parte de las comunidades se cuenta con el sistema de abasto comunitario de DICONSA que provee de productos básicos, no siempre de buena calidad y a precios equivalentes a los de la competencia, sin embargo funciona como crédito para cubrir las necesidades de la familia. En algunas comunidades estas tiendas generan ganancias mínimas ya que son administradas a través de un comité comunitario que tiene que rendir cuentas (PCMREBIOSH, 2005).

Las operaciones comerciales a mayor escala se realizan en las ciudades de Cuautla, Jojutla y Puente de Ixtla, aunque es importante hacer notar que poblaciones de tamaño considerable como Huautla, Tepalcingo, Valle de Vázquez y Tilzapotla, fungen como centros iniciales de acopio y comercialización de productos agropecuarios para después ser distribuidos a las ciudades antes mencionadas. Los productos que llegan a las comunidades, ya sea comestibles (frutas y verduras que no se producen localmente) u otros, se comercializan principalmente los días de plaza, que varían en cada comunidad (PCMREBIOSH, 2005).

7.4.5. Salud

El 60 % de las comunidades de la REBIOSH cuenta con servicio médico, proporcionado por el gobierno del estado. Los médicos asisten de uno a cuatro días a la semana. El servicio se torna deficiente e incompleto debido a la falta de presupuesto y medicinas para la atención de las principales enfermedades (PCMREBIOSH, 2005).

Es importante resaltar que las plantas medicinales, los curanderos y las parteras del lugar son un elemento fundamental para la solución de los problemas inmediatos de salud. Para aquellos que requieran de atención especial se recurre a médicos particulares de Puente de Ixtla, Jojutla y Tepalcingo (PCMREBIOSH, 2005).

7.4.6. Vías de comunicación terrestre

Las vías de comunicación más importantes son: la carretera Jojutla-Chinameca, Jojutla-Tilzapotla y Puente de Ixtla-Amacuzac, así como caminos vecinales o troncales menores de terracería o de asfalto muy dañado, que se unen a las carreteras principales y que comunican con la mayoría de los pueblos (PCMREBIOSH, 2005).

Existe el servicio de transporte de autobuses urbanos, de Jojutla a Huautla con un itinerario de tres veces al día; cada media hora de Cuautla a Tepalcingo y para Tilzapotla, Puente de Ixtla, Tehuixtla o Amacuzac existe el servicio continuo de “combis”. Sin embargo en algunas comunidades alejadas el servicio se presta uno o dos días a la semana. En otras, la forma de transporte vehicular es el que proporcionan las camionetas particulares que apoyan el traslado de los vecinos de un pueblo a otro (PCMREBIOSH, 2005).

7.4.7. Religión

Predomina la religión católica, sin embargo existen otras religiones con menor número de fieles como evangélicos y judíos. En el conjunto de localidades 74% de la población mayor de cinco años según el censo es católica, el 14% con alguna religión no católica y el 20% no católica incluyendo en esta última categoría los que no manifiestan tener religión (PCMREBIOSH, 2005).

7.4.8. Tradiciones

Las principales tradiciones culturales de la región, sobretodo en las comunidades del oriente que son las más antiguas, están relacionadas con los cultos religiosos y varían de una población a otra dependiendo del santo patrono, entre los que destacan San Isidro Labrador, San Francisco de Asís, La Virgen de Guadalupe, la Navidad y algunas otras que tienen que ver con festividades patrias como: el Día de la Bandera, el Día de la Independencia, el Día de la Revolución Mexicana, entre otras. En el mes de mayo las niñas ofrecen flores a la Virgen, para lo cual utilizan flores blancas de cacaloxóchitl (Plumeria rubra). El Día de Muertos los pobladores ponen sus ofrendas con los alimentos y cosas personales que más le gustaban al difunto (Maldonado, 1997).

7.4.9. Uso del Suelo

En la REBIOSH recientemente se autorizó el aprovechamiento de leña y aún cuando es una zona minera, no existen aprovechamientos minerales autorizados. Sin embargo, es importante señalar que de manera tradicional se realiza la extracción forestal principalmente de leña, resinas y cortezas que en gran medida son para autoconsumo. La agricultura se desarrolla en las partes planas de la región o en las laderas con pendientes suaves. El uso de “Tlacololes” como terrenos de cultivo es una práctica común, heredada ancestralmente (PCMREBIOSH, 2005).

La ganadería que se ejerce dentro de la reserva es de tipo extensivo y se localiza principalmente en las áreas circunvecinas de las comunidades. Se cría ganado bovino, asnal, caballar, mular, caprino y ovino. La cría de porcinos y aves de corral es más bien

de traspatio. En general existe un sobrepastoreo en muchas regiones de la REBIOSH, ya que se rebasa la capacidad de carga (PCMREBIOSH, 2005).

El uso del suelo a partir de lo antes señalado, se representa de manera general en los siguientes porcentajes:

Cuadro 2. Uso del suelo de la REBIOSH

Uso	Porcentaje dentro de la REBIOSH
Forestal	61.5 %
Agrícola	11.4 %
Pecuario	22.3 %

Programa de Conservación y Manejo de la REBIOSH, 2005.

A pesar de la vocación turística que ha caracterizado al estado de Morelos, la región de Sierra de Huautla no se ha destacado como tal, por lo tanto, no hay una presión importante sobre la tierra que implique procesos de urbanización, servicios y desechos (PCMREBIOSH, 2005).

Una alternativa de bajo impacto en lo que respecta a la actividad turística, es el ecoturismo, misma que la Universidad Autónoma del Estado de Morelos a través del Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla, ha venido desarrollando en la REBIOSH y en el área de minas abandonadas que se encuentran dentro del perímetro de la reserva (PCMREBIOSH, 2005).

7.4.10. Régimen de tenencia de la tierra

En el estado de Morelos los antecedentes de la tenencia de la tierra se remontan a la época prehispánica. En la actualidad en el estado de Morelos la tenencia de la tierra es de carácter ejidal, comunal y pequeña propiedad; además, en proporción muy baja se localizan terrenos nacionales. En la Sierra de Huautla, el régimen de tenencia de la tierra que predomina es el ejidal, aunque existe una pequeña parte que es propiedad privada y que se ubica en el ejido de Huautla (4.6 %) (SRA, 1988).

A través de la consulta del Registro Agrario Nacional (RAN) en Morelos y según la Investigación del Usufructo Parcelario realizado en el año de 1991, el promedio de posesión de la tierra en la región es de 3 a 7 ha agrícolas por productor. A esta información habría que agregarle la clasificación de la calidad de la tierra que tienen en posesión, es decir, si es de riego, temporal o agostadero. Sólo los ejidos de El Limón, Ixtlilco El Chico, Ixtlilco El Grande, Quilamula, Nexpa y en mínima parte La Tigra (10 ha) tienen riego, los demás están clasificados como de temporal y agostadero con pocas posibilidades de uso agrícola por lo sinuoso del terreno.

7.5. Método

Esta investigación se desarrollo en tres etapas: la primera fue la identificación de especies arbóreas con potencial forrajero, la segunda la caracterización agronómica de las especies forrajeras, y la tercera el diseño de las tecnologías agroforestales.

7.5.1. Identificación de especies arbóreas con potencial forrajero

Con el fin de conocer las principales especies arbóreas con potencial forrajero en la REBIOSH, se realizaron las siguientes actividades:

- a) 30 entrevistas abiertas a ganaderos dueños de predios y personas relacionadas con el manejo del ganado;
- b) observación directa del comportamiento del ganado (selección de especies vegetales por el ganado);
- c) observación participante con diez dueños de hatos;
- d) Taller de análisis y discusión.

El tamaño de muestra fue determinado de acuerdo a la formula propuesta por Scheaffer et al. (1987), utilizada para estimar proporciones, eligiendo los predios ganaderos al azar y localizados en diversas transectas determinadas previamente, partiendo de las vías de comunicación más accesibles.

Una vez obtenidos los resultados de las encuestas, se eligieron cinco especies a estudiar con base a la mayor frecuencia en ser mencionadas como de uso forrajero.

Posteriormente de ser identificadas las especies, se recolectaron las partes vegetativas consumibles por el ganado, así como los frutos producidos por algunas de estas especies (máximo diez individuos por especie); se midió peso fresco y peso seco por planta. Se realizó un análisis bromatológico de muestras de follaje y frutos, para obtener valores de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Cenizas (CEN) y Fibra Cruda (FC), mediante los procedimientos de AOAC (2000) y Fibra detergente neutro (FDN), mediante el procedimiento de Van Soest *et al.* (1991).

7.5.2. Caracterización agronómica de las especies arbóreas con potencial forrajero

Se realizó en primera instancia una revisión bibliográfica de cada una de las especies, además se realizaron muestreos de 10 arboles por especie en cada uno de las tres comunidades estudiadas, de los cuales se tomaron datos de altura, diámetro, número de ramas, altura de ramificación, diámetro del área de goteo.

La productividad de las especies se estimó con base en el método de Worthington (Blabe *et al.*, 1990). El cual consiste en coleccionar los frutos que se encuentren en un cuarto del área de la copa, para después pesar dicha muestra, multiplicarla por cuatro y así estimar la producción total de frutos de cada individuo.

Una vez obtenidos todos los datos, se realizó un ANOVA Multifactorial (SAS, 2002) y una Comparación de Medias utilizando la Prueba de Tukey (Steel *et al*, 1997), para detectar diferencias significativas entre los individuos de una misma especie.

7.5.3. Establecimiento de un protocolo de germinación de especies arbóreas con potencial forrajero

En esta fase se probaron diferentes tratamientos pregerminativos a las especies, estos fueron seleccionados de acuerdo a la revisión de literatura en base al mayor porcentaje de germinación obtenido en dichos estudios.

El experimento se realizó bajo condiciones de Invernadero en la Universidad Autónoma Chapingo. Se utilizó semilla de *Leucaena esculenta* ssp. *Esculenta*, *Acacia cochliacantha* y *Guazuma ulmifolia*, que fue colectada en la REBIOSH, Morelos, durante los meses de Abril y Mayo de 2011. Las semillas fueron primeramente acondicionadas en forma manual, separando las vainas, semillas e impurezas.

Los tratamientos pregerminativos aplicados para cada una de las especies fueron los siguientes:

Leucaena esculenta ssp. *Esculenta*

- Sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 36 horas, con cambios de agua cada 12 horas (Cisneros, 1996).

Acacia cochliacantha

- Quitar una porción muy pequeña de la cubierta dura de la semilla, esta operación se realizó utilizando una navaja de muelle que mediante una ligera presión en el extremo distal de la semilla hace que la quebradiza testa se fracture y se desprenda sin dañar el endospermo de la misma. Posteriormente se sumergieron las semillas en agua previamente hervida y enfriada a 70 °C, manteniéndolas a esta temperatura durante cinco minutos. Después se dejó enfriar el agua junto con las semillas, manteniéndolas en remojo durante 12 horas (Hartmann *et al.*, 1990).

Guazuma ulmifolia

- Remojar las semillas en agua a 80°C por 8 a 10 minutos y dejarlas en agua a temperatura ambiente por 24 o 36 h. Después del tratamiento las semillas se lavan con agua corriente hasta retirar el mucilago, lo que puede hacerse usando un pedazo de malla mosquitera; finalmente, se secan a la sombra (Villarruel *et al.*, 2007).

La siembra se efectuó en charolas de unicel de 200 cavidades, a una profundidad de 2 cm; el sustrato que se utilizó fue peat moss, y el riego se realizó diariamente a capacidad de campo. En cada charola se colocaron 400 semillas para cada una de las especies.

El conteo de la emergencia se realizó diariamente durante 21 días (ISTA, 1999). Una vez iniciado el proceso; se determinó el porcentaje de emergencia final de las plántulas con la siguiente formula:

$$PG = (n * 100) / N$$

Donde:

n = número de semillas germinadas

N = número de semillas sembradas

Se considera un porcentaje de germinación aceptable cuando presenta valores por arriba del 60%. Cuando la germinación esta por abajo de dicho valor se sugiere buscar otro tipo de tratamientos pregerminativos.

7.5.4. Diseño de tecnologías agroforestales

En esta última fase se analizó minuciosamente toda la información y productos recabados en las tres anteriores fases para así poder decidir que tecnología agroforestal es la adecuada para las especies, cabe mencionar que esta se llevo acabo con la participación de los expertos y productores, utilizando la metodología de diagnostico y diseño (Raintree, 1987).

En el Cuadro 3. Se explica detalladamente en que consiste cada una de las etapas de dicha metodología.

Cuadro 3. Metodología de Diagnóstico y Diseño (D&D).

Etapas D&D	Preguntas básicas	Factores claves a considerar	Modo de inquirir
Prediagnóstico	Definición de sistemas de uso de tierra y selección del sitio ¿en qué sistema centrarse? ¿Cómo funciona el sistema? (cómo está organizado, cómo funciona para lograr sus objetivos).	Combinaciones distintivas de recursos, tecnologías y objetos del usuario de la tierra. Objetivos de producción y estrategias, arreglos de componentes	Ver y comparar los diferentes sistemas del uso de la tierra. Analizar y describir el sistema
Diagnóstico	¿Qué tan bien funciona el sistema? ¿Cuáles son sus problemas, restricciones, limitantes, síndromes de generación de problemas y puntos de intervención?	Problemas para satisfacer los objetivos del sistema (escasez de producción, problemas de sostenibilidad)	Entrevistas de diagnóstico y observaciones dirigidas de campo
Diseño y evaluación	¿Cómo mejorar el sistema? (lo que se necesita para mejorar el desempeño del sistema)	Factores causales, restricciones y puntos de intervención Especificación para la solución de problemas o desempeño de las intervenciones mejoradas	Diseño interactivo y evaluación de alternativas
Planeación	¿Qué hacer para desarrollar y diseminar el sistema mejorado?	Necesidades de investigación y desarrollo, necesidades de extensión	Diseño de investigación, planeación del proyecto
Instrumentación	¿Cómo ajustarse a la nueva información?	Retroalimentación a partir de la investigación en estación, experimentos en finca y estudios especiales	Rediagnóstico y rediseño a la luz de la nueva información.

Fuente: Raintree, 1987.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Identificación de especies arbóreas con potencial forrajero

Para la identificación de las especies con potencial forrajero se tomo como punto de partida las especies que identificó Maldonado (1997), las cuales se muestran continuación:

Cuadro 4. Plantas de uso forrajero en la REBIOSH.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Parte Usada
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Ciruelo	Hojas
	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo Rojo	hojas
Asteraceae	<i>Porophyllum tagetoides</i>	Papalo, Pipitzca de venado	Hojas
Fabaceae	<i>Enterolobium</i>	Parota	hojas y fruto
	<i>cyclocarpum</i>		
	<i>Leucaena esculenta</i> ssp.	Guaje rojo	hojas y fruto
	<i>esculeta</i>		
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco	hojas y fruto
	var. <i>Glabrata</i>		
	<i>Leucaena macrophylla</i>	Guaspelon	hojas y fruto
	ssp. <i>Macrophylla</i>		
Fagaceae	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	hojas y fruto
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamuchil	hojas y fruto
	<i>Quercus castanea</i>	Encino	Fruto
	<i>Quercus glaucoides</i>	Encino	fruto
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote	fruto
Verbenaceae	<i>Vitex pyramidata</i>	Querengue, canelillo	fruto

Fuente: Maldonado (1997).

Posteriormente se aplicarán 30 entrevistas a productores pecuarios, tomando como base las especies identificadas por Maldonado (1997), dando como resultado 10 árboles referidos por los ganaderos como de uso forrajero. Los cuales se muestran a continuación en el cuadro 5.

Cuadro 5. Relación de especies referidas como forrajeras en la REBIOSH.

#	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Parte Usada	Referencias
1	Cuahulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	hojas y fruto	27/30
2	Cubata	<i>Acacia cochliacanta</i>	Fabaceae	hojas y fruto	27/30
3	Guaje Blanco	<i>Leucaena leucocephala</i> var. <i>Glabrata</i>	Fabaceae	hojas y fruto	24/30
4	Guaspelon	<i>Leucaena macrophylla</i> ssp. <i>Macrophylla</i>	Fabaceae	hojas y fruto	22/30
5	Guaje Rojo	<i>Leucaena esculenta</i> ssp. <i>Esculenta</i>	Fabaceae	hojas y fruto	20/30
6	Ciruelo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	hojas	17/30
7	Ciruelo Rojo	<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	hojas	17/30
8	Zompantele	<i>Erythrina americana</i>	Fabaceae		15/30
9	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	Fabaceae	hojas y fruto	12/30
10	Mata Rata	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	fruto	7/30

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

Las especies seleccionadas son muy comunes dentro de los tres ejidos, y dominan en forma de manchones en los lugares dedicados a la actividad agrícola y ganadera.

A continuación se muestra una grafica en la cual se presentan las especies identificadas con respecto a su frecuencia de mención.

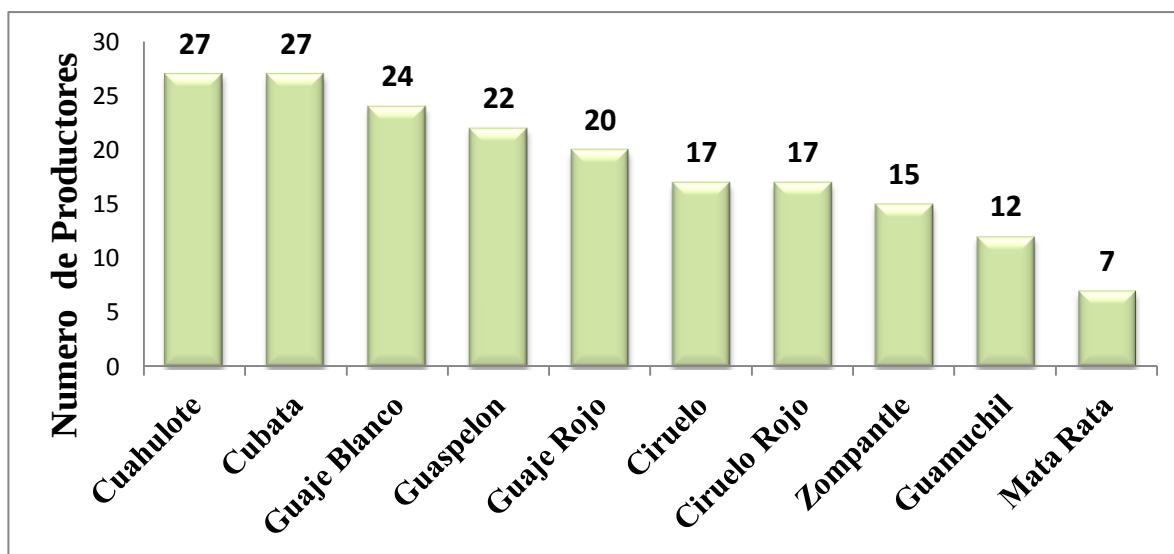


Figura 15. Frecuencia de las Especies Identificadas.

De acuerdo a la grafica y a los resultados obtenidos de las encuestas, observación y observación participante. Se eligieron las cinco especies de mayor referencia: *Guazuma ulmifolia* con 90% (27/30 entrevistados), *Acacia cochliacanta* con 90% (27/30 entrevistados), *Leucaena leucocephala* con 80% (24/30 entrevistados), *Leucaena macrophylla* con 73.3% (22/30 entrevistados) y *Leucaena esculenta* con 66.6% (20/30 entrevistados).

8.2. Características agronómicas de las especies

8.2.1. Ficha Técnica de las especies seleccionadas

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit



Figura 16. Árbol de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

Clasificación Botánica

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryophyta
División:	Anthophyta
Clase:	Dicotyledonae
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabaces
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Mimosoideae
Género:	Leucaena
Especies:	<i>Leucaena leucocephala</i> , <i>L. pulverulenta</i> , <i>L. diversifolia</i> , <i>L.</i>

lanceolata, *L. collinsii*, *L. esculenta*, *L. macrophylla*, *L. retusa*, *L. shannoni* y *L. trichodes* (NAS, 1977; Cardona y Suarez, 1996)).

Nombre científico: *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

Descripción Botánica

Árbol perenne con altura de 7 a 18 m Copa ligeramente abierta y rala, sin espinas, hojas alternas bipinadas, inflorescencias en capítulos con 100 – 180 florecillas blancas o blanco cremoso, los frutos son vainas aplanadas dehiscentes en racimos de 15 a 60 vainas de hasta 20 cm de largo y 2 cm de ancho, verdes cuando están tiernas que se tornan color café cuando maduran, con 15 a 25 semillas (Pound y Martínez, 1983).

El sistema radical es típicamente profundo con una raíz pivotante y raíces laterales, presentan nódulos que contienen bacterias del género *Rhizobium*. Frente a ambientes de sequía o fuertes vientos la planta muda sus hojas. Los folíolos se cierran como reacción a la sequía, el frío y la noche (Pound y Martínez, 1983).

Ecología

La leucaena se originó probablemente en los suelos bajos calcáreos de la Península de Yucatán y Centroamérica desde donde se expandió a otras regiones tropicales del mundo en forma natural o con ayuda del hombre (Shelton y Brewbaker, 1994).

Germina bien en suelos ricos en piedra caliza (incluyendo suelos altamente alcalinos) y fracasa donde el pH está debajo de 5, especialmente si la saturación de aluminio es alta. Las temperaturas frescas disminuyen el crecimiento y no es una leguminosa competitiva

para elevaciones medianas (arriba de 1000 m). La leucaena es altamente tolerante a la sequía una vez establecida y se naturaliza bajo fluctuaciones de lluvia de 500 a 2000 mm. No soporta inundaciones (NFTA, 1998). Su crecimiento es óptimo bajo iluminación total, la sombra incrementa su altura pero reduce el crecimiento de la raíz y el rendimiento del forraje (Cardona y Suarez, 1996).

Establecimiento

Las semillas tienen una testa dura que debe escarificarse para permitir la absorción de agua, la inmersión en agua a 70 °C por cuatro minutos da un 91% d germinación (Mendoza, 1996).

La siembra puede ser: directa por semilla o plántulas de vivero. En ambos casos las plántulas necesitan buenas condiciones de humedad, control de malezas y ser protegidas de los animales herbívoros (Cardona y Suarez, 1996).

En suelos tropicales erosionados, el establecimiento de la leucaena se acelera grandemente al agregarle fósforo y calcio (NFTA, 1998).

Evaluación agronómica

A). Frecuencia y altura de corte

Los resultados de algunos ensayos que evalúan el efecto de la frecuencia de corte y el efecto combinado de la frecuencia y altura de corte se resumen en los Cuadros 6 y 7. Becerra (1984); Palomo (1980) hacen una revisión de los resultados obtenidos por

diferentes autores al estudiar estos dos factores y concluyen que existe una gran variación en los resultados reportados con relación a las alturas y frecuencias de corte que favorecen a una mayor producción de forraje. Becerra (1984) señala que esto puede deberse a:

- Que en muchos de estos trabajos no se ha cubierto un intervalo amplio de alturas de corte.
- Al reportar los resultados los autores no establecen claramente los criterios empleados para distinguir las fracciones comestibles de las no comestibles.

Cuadro 6. Efecto de frecuencia de corte sobre la producción de biomasa en *Leucaena leucocephala*.

Frecuencia de corte (semanas)	Biomasa comestible (t/ha)	Biomasa leñosa (t/ha)	% Biomasa comestible
6	8.6	2.0	81
8	9.2	7.8	54
11	9.4	2.6	78
12	10.5	9.2	53
14	11.5	5.4	68
16	10.3	18.6	36
18	12.0	8.8	58

Fuente (Becerra, 1984).

Cuadro 7. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de biomasa en *Leucaena leucocephala*.

Altura de corte (cm)	Frecuencia de corte (días)	Producción (t/ha/año)
5	110	13.0 PS ^{**} hojas
5	120	50.6 PF ^{**} total
10	120	9.0 PS hojas
30	40	5.4 PS hojas
30	30/60/90 [*]	8.20 PS hojas
30 – 90 [*]	42 – 84 [*]	15.2 PS hojas
50	30	1406 PS total
75	60	14.2 PS hojas
75	90	126 g/planta (MS)
90	90	12.5 PS total
100	40	113 PF total
120	30	4.0 PS hojas
150	60	28.7 PF total
150	70	39.4 PF total
150	70	28.0 PF total

Fuente (Palomo, 1980) / ^{*} sin diferencias significativas / ^{**} PS = peso seco / PF = peso fresco.

Pérez (1979) señala que existe una baja producción de materia seca cuando se tienen frecuencias intensas de corte, lo cual puede estar relacionado con someter a la planta a periodos cortos de recuperación, donde la velocidad de producción de materia seca es muy lenta.

Becerra (1984) Menciona también que existe una interacción entre la frecuencia de corte y la altura de corte, lo cual explicaría que a frecuencias de corte de un mes la curva de producción de materia seca no sea afectada por la altura de corte dando una respuesta lineal, mientras que frecuencias de tres meses la curva de producción de materia seca sea

cuadrática. Menciona además que la altura de corte tiene un menor efecto que la frecuencia de corte sobre la producción de materia seca.

García y Juárez (1994) señalan que el intervalo óptimo para cosechar las plantas de leucaena es de 8 semanas o justo antes de la floración, sin mencionar la altura de corte utilizada, ni el rendimiento de materia seca (MS) obtenido. Por su parte Cardona y Suarez (1996) reportan una producción en leucaena de 12 – 20 toneladas de MS/ha, recomendando que para garantizar la persistencia de la planta, esta deberá tener un mínimo de 170 cm de altura y encontrarse en etapa de floración antes del corte inicial, el cual podrá hacerse a 50 cm más con una frecuencia de corte de dos meses.

Ruiz y Febles (1998) mencionan que cuando se poda por arriba de los 200 cm, el 60% del forraje queda fuera del alcance de los animales adultos, mientras que a alturas por debajo de los 100 cm a pesar del desarrollo vertical de la leucaena, se da la posibilidad de que se efectuó un consumo total de las partes activas de crecimiento por los animales. El pastoreo prolonga la necesidad de podas y alarga la vida útil de la plantación, los mejores resultados fueron obtenidos a alturas de 90 a 100 cm. Señalando además que la poda deberá realizarse de acuerdo al objetivo que se persiga; si se quiere aumentar la disponibilidad/animal/día durante la época de secas se deberá realizar de enero a marzo, pero si lo que se quiere es una rápida recuperación de las plantas podadas se realizará de abril a junio.

Ramón y Téllez (2006) indican que al evaluar el efecto de tres alturas de podas (40, 100 y 150 cm) sobre la producción de forraje de leucaena, la mayor producción se obtuvo a

150 cm (6750 kg de MS/ha/en dos cortes). Los mismos autores mencionan que la poda escalonada de leucaena en condiciones de pastoreo durante los meses de sequía (marzo – abril) propició ofertas de forraje para el ganado de ceba de 0.163 kg de MS/animal/día en asociaciones y de 0.209 kg en bancos de proteína. Además recomiendan como densidad de siembra óptima en bancos de proteína para pastoreo de 10 – 40000 plantas/ha y en asociaciones de 700 a 2500 árboles/ha.

CATIE (1991) recomienda densidades altas de siembra de leucaena y condiciones de humedad no limitada para la obtención de materia verde (MV) de 40 a 80 ton/ha, no mencionan a que altura o intervalo de corte se obtuvo este rendimiento.

B). Rebrotos

Becerra (1984) indican a partir de una revisión de estudios publicados, que el numero de yemas en leucaena esta influido por la altura de corte, así al cortar a 30 cm se tuvo un promedio de 89 yemas, las que se incrementaron a 112 al cortar a 50 cm, indicando que a bajas alturas de corte se limita el numero de yemas que pueden brotar y se reduce el tocón remanente del cual se movilizan las reservas necesarias para el rebrote. También se indica que si la densidad de siembra utilizada es alta, o bien, si se asocia a los árboles con pastos erectos, esto puede afectar la velocidad de rebrote si la altura de corte escogida es muy baja. Otro factor identificado es la frecuencia de corte, encontrando un mayor número de rebrotos a frecuencias mas intensas.

C). Largo y diámetro de tallos

CATIE (1991) encontraron que el largo y diámetro de los tallos se incrementa al aumentar el intervalo entre cortes. Guevara *et al.* (1978) encontraron diferencia en el diámetro de tallos al utilizar diferente altura de corte, pasando de 6.4 mm cuando la altura de corte fue de 55 cm a 9.8 mm cuando se utilizó una altura de 155cm.

D). Relación hoja – tallo

La relación hoja – tallo es afectada por el intervalo entre cortes, así a un mayor intervalo entre cortes la relación hoja – tallo disminuye, debido a que la biomasa total aumenta pero la biomasa comestible (hojas) disminuye (Becerra, 1984).

Becerra (1984) señalan que los resultados en este aspecto no son consistentes, sin embargo los trabajos indican que al disminuir la frecuencia de corte la producción de biomasa se incrementa, lo que se atribuye a una mayor proporción de material leñoso y por tanto a una disminución en la relación hoja – tallo.

Osman (1981) reporta que la relación hoja – tallo disminuye al incrementar la edad de las plantas, sin embargo esta disminución no se prolonga indefinidamente, pues a los 60 días hay una recuperación y a los 150 días una nueva caída, este comportamiento de subidas y bajadas lo explica en términos de nuevos rebrotes en el periodo de 120 a 150 días concluyendo que en el caso de la leucaena un material viejo no necesariamente tiene una relación hoja – tallo baja.

Lizárraga (2000) encontraron una relación hoja – tallo de 1.33 como promedio de los muestreos a árboles de 7, 15 y 20 años de edad en la zona aledaña a FMVZ-UADY.

E). Factores climáticos

Ferraris (1979) encontró una relación entre la temperatura y la radiación solar sobre la producción de material comestible en leucaena, notando que ésta disminuía hasta 50% en los meses fríos con respecto a los meses de verano.

Guevara *et al.* (1978) mencionan que la alta radiación solar y alta temperatura nocturna favorecen la elongación de los tallos.

Evensen (1985) establece que hay un efecto de la radiación solar y la temperatura, sobre la producción de hojas y madera en leucaena, siendo mayor el efecto de la radiación en comparación con la temperatura.

Usos

Forraje. El follaje de la leucaena tiene una digestibilidad en rumiantes del 60 a 70% con un contenido de proteína cruda en base seca, de 22 al 23% en toda la planta y de 27 al 35% en el follaje (Cardona y Suarez, 1996). La Mimosina es un aminoácido con propiedades depilatorias y goiterogénicas, es el antinutricional más importante que se le conoce. Se degrada en el rumen por acción de bacterias específicas a DHP (dihidroxipiridinas). Los animales no rumiantes son más seriamente afectados por la mimosina, sin embargo, la leucaena es usada hasta en 5% en raciones avícolas para dar color a la yema de huevo (NFTA, 1988). Además contiene muy poca o ninguna

cianidina, selenio o agentes causantes de timpanismo, como ocurre con otros forrajes como tréboles y alfalfa (Cardona y Suarez, 1996).

De la leucaena se obtiene madera de buena calidad para carpintería, producción de leña y carbón (NFTA, 1988). Como fertilizante por su potencial de fijación de nitrógeno de 100 a 300 kg/ha/año, relacionado a su abundante nodulación radical (CATIE, 1991). En México y el Sur de Asia los retoños tiernos y las semillas se utilizan en la alimentación humana, ambos, tienen altos precursores de proteínas (25%) y vitamina A (400 ppm). La goma que brota de la corteza es un excelente sustituto para la goma arábica (NFTA, 1988).

Guazuma ulmifolia (Lam)



Figura 17. Árbol de *Guazuma ulmifolia* (Lam).

Clasificación Botánica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsidae
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Sterculiaceae
Género:	Guazuma
Especies:	<i>Guazuma guazuma</i> Cockerell. ; <i>Guazuma invira</i> (Willdenow) G. Don; <i>Guazuma polybotrya</i> Cav. ; <i>Guazuma tomentosa</i> Kunth; <i>Guazuma ulmifolia</i> var. <i>tomentella</i> K. Schum. ; <i>Guazuma ulmifolia</i> var. <i>tomentosa</i> (Kunth) K. Schum. ; <i>Guazuma utilis</i> Poepp. & Endl. ; <i>Theobroma guazuma</i> L (CATIE, 1991).
Nombre científico:	<i>Guazuma ulmifolia</i> (Lam).

Descripción Botánica

Es un árbol que llega alcanzar hasta 30 m de altura y su tallo entre 30 – 40 cm de diámetro, con una corteza de color grisácea a café oscuro, acanalada y áspera. La copa es de forma redonda, extendida y con pérdida de las hojas después de una sequía prologada. Las hojas son simples, alternas, de ovadas a lanceoladas, aserradas, de 6 – 12 cm de largo y 2 – 5 cm de ancho, color verde oscuro en el haz y verde grisáceo amarillento en el envés. Flores en panículas de 3 a 5 cm de largo en la base de las hojas con numerosas flores pequeñas amarillentas, ligeramente fragantes (NFTA, 1988).

El fruto es una cápsula verrugosa de redonda a elíptica, de 1.5 – 4 cm de largo de color negro en su madurez, con numerosas semillas pequeñas y duras (CATIE, 1991).

Ecología y distribución

El cuahulote o guácima es originario de América tropical. Se extiende desde México hasta América del sur (Ecuador, Perú, Norte de Argentina, Paraguay, Bolivia y parte meridional de Brasil). Es una especie pionera, fácil de establecer, crece mejor en sitios abiertos, tanto en zonas secas como en húmedas bajas, principalmente en áreas con estación seca definida. Se adapta a varias clases de suelo, desde texturas livianas hasta pesadas y con drenaje deficiente, es mas frecuente en suelos con pH superior a 5.5 (CATIE, 1991; NFTA, 1988).

Crece mayormente en elevaciones por debajo de los 400 m con temperaturas promedio superior a 24 °C. Se le encuentra creciendo ocasionalmente hasta los 1200 m en

Guatemala. Se desarrolla bien en sitios con precipitación pluvial anual entre los 600 – 1500 mm pero puede adaptarse a sitios con precipitación anual de hasta 2500 mm (NFTA, 1988).

Establecimiento

La producción de semillas en el cuahulote es abundante, cuantificándose hasta 150,000 semillas por Kg, de las cuales alrededor de 38,000 son viables, misma que se pierde rápido sin refrigeración (CATIE, 1991). Las semillas requieren escarificación antes de ser sembradas, la cual se realiza sumergiéndolas en agua a 90°C por 3 minutos, con lo cual se obtiene una germinación del 95% (Mendoza, 1996).

El Cuahulote puede ser establecido por siembra directa con semillas o por plantas obtenidas de estacas o tocones de raíz. Cuando las semillas son frescas, la germinación ocurre dentro de los 7 – 14 días con un porcentaje del 60 – 80%. Las plántulas estarán listas para plantarlas en el campo cuando alcancen una altura de 30 – 40 cm (aproximadamente 15 semanas). Para tocones de raíz, las plantas son dejadas en el vivero durante 5 – 8 meses o hasta que alcancen un diámetro de tallo de 1.5 – 2.5 cm (NFTA, 1988; CATIE, 1991).

Evaluación agronómica

Giraldo (1996) indica que el Cuahulote es una especie que rebrota muy bien después de podarla, obteniendo los siguientes resultados al relacionar el rendimiento de MS con la densidad de siembra en la región de Pinto Magdalena (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la densidad de siembra en la producción de forraje de guácima.

Parámetro	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
# de árboles /ha	20	12	10	10
Kg de MS/ha	1224	734	612	536

Fuente (Giraldo, 1996).

En el mismo trabajo reportan los siguientes rendimientos cuando se relaciona la producción de forraje con el tamaño del árbol (Cuadro 9).

Cuadro 9. Producción de biomasa en árboles de guácimo de distintos tamaños.

Tamaño	Kg de MV/Árbol	Kg de MS/Árbol	% MS
Grande (fuste ≥ 2.35 m)	169	74	44
Mediano (fuste 1.2 – 2.3 m)	106	49	46
Pequeño (fuste ≤ 1.2 m)	4.5	1.7	38

Fuente (Giraldo, 1996).

Lizárraga (2000) reportan los rendimientos de materia seca para el guácimo, mostrados en el Cuadro 9. Y una relación de hoja – tallo promedio de 1.36

Cuadro 10. Disponibilidad de forraje (kg/MS/árbol) en guácima a diferentes alturas de corte.

Altura (m)					
4-6		6-8		≥ 8	
Forraje *	Tallos	Forraje *	Tallos	Forraje *	Tallos
4.07	3.98	7.47	7.3	29	28.4

* ramas con diámetro ≤ 5 mm/ Los valores corresponden a un promedio de 4 árboles/altura.

De acuerdo con el CATIE (1991) la guácima responde bien a las podas regulares y menciona, que en un estudio realizado en Honduras, se cosecharon 10 kg de MS/árbol, considerando hojas y tallos jóvenes cuando se sometieron a 4 podas por año.

Araya *et al.* (1994), encontró que en áreas con 50 árboles/ha se obtenían producciones promedio de forraje fresco de 50 kg/árbol con 31% de MS. El mismo menciona que dichas plantaciones soportaron cortes cada 60 días y además produjeron 20 kg de frutos/árbol/año con 88% de MS. Dichas cantidades variaron de acuerdo al tamaño del árbol y la estación del año.

El CATIE (1991) señala el siguiente manejo de una plantación de guácimo: sembrar a densidades de 10,000 a 20,000 árboles/ha con árboles de vivero o por siembra directa. La distancia entre filas puede ser de 20, 50 o 100 cm y estar asociada con pastos de corte. Debe dejarse crecer libremente durante un periodo de 6 a 12 meses o más, para permitir la formación de un sistema radical fuerte y luego realizar el aprovechamiento por cortes periódicos cada 2 o 3 meses.

El CATIE (1991) evaluó la frecuencia de corte a 2, 3 y 6 meses, con niveles de nitrógeno de 0, 100 y 200 kg/ha. No encontró superioridad en el contenido de proteína cruda (PC) en la frecuencia de dos meses, por lo que recomendó no fertilizarlo y la frecuencia de corte de dos meses en el manejo de la especie para fines forrajeros, aun cuando la producción esperada de leña se reduzca con esta frecuencia.

Usos

El guácimo es utilizado como fuente de forraje en épocas de sequía. Los árboles naturalmente regenerados se dejan esparcidos en las pasturas para proporcionar sombra y forraje (hojas y frutos), también son plantados como postes vivos para cercas alrededor de los potreros. El contenido de proteína cruda de las hojas jóvenes y tallos está entre 16-23% y 7-8% respectivamente. La digestibilidad de la materia seca *in vitro* para hojas jóvenes y tallos varia desde 56-58% y 31-36% respectivamente (Araya *et al.*, 1994).

Araya *et al.* (1994), encontró que la guazuma es deficiente en minerales, por lo que debe hacerse suplementación cuando se use como alimento principal, solo encontró taninos como factores antinutricionales, pero en cantidades muy bajas como para representar peligro para los rumiantes. Los frutos contienen 8.88% de proteína y 28.29% de fibra cruda, los cuales pueden ser tratados con hidróxido de sodio (NaOH) para mejorar su digestibilidad si se usan en la alimentación animal. También tienen propiedades medicinales y comestibles, frescas o cocidas. La corteza dura y fibrosa y los tallos jóvenes son usados para hacer cuerdas y cordeles. Las abejas se alimentan del néctar de las flores (NFTA, 1988).

Acacia cochliacantha



Figura 18. Arbusto de *Acacia cochliacantha*.

Clasificación Botánica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsidae
Orden:	Fabaces
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Mimosoideae
Género:	Acacia
Especies:	mas de 1300 especies
Nombre científico	<i>Acacia cochliacantha</i>

Descripción de la especie

La cubata (*Acacia cochliacantha*) es una especie arbórea o arbustiva y también pertenece a la familia Leguminosae; mide desde 1.5 a 4.5 metros de altura; se caracteriza porque es de vegetación secundaria de la Selva Baja Caducifolia. Se localiza en clima cálido subhúmedo, a altitudes desde 1,150 a 1,450 msnm, en suelo tipo feozem y rendzina y topografía accidentada (INIFAP, 2002).

Según el Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos (Boyás *et al.*,1993), la cubata ocupa el 6° lugar en índice de importancia por su aprovechamiento como combustible, postes para cercos y construcción; también sobresale por su uso como tutores y en la elaboración de implementos agrícolas; además es una especie forrajera y medicinal (INIFAP, 2002).

Caracterización de la semilla

Morfología

- Largo: 0.54 cm
- Ancho: 0.42 cm
- Grosor: 0.22 cm

Forma: Ovoide aplanada, con una marca en forma de U en el centro

Textura: Lisa

Color: Café claro, café oscuro

Número de semillas por kilogramo: 26,315

Almacenamiento de semilla

La semilla de esta especie presenta potencial para ser almacenada por más de cinco años. De acuerdo con los resultados obtenidos al probar su almacenamiento a la temperatura ambiente y a baja temperatura (4°C); se puede recomendar su refrigeración durante los dos primeros años, ya que al realizar la prueba de emergencia, los resultados obtenidos fueron mayores en la semilla refrigerada con 39%, en comparación con la que permaneció almacenada en condiciones naturales con sólo 25%. Por otra parte, después de cinco años de almacenamiento, se realizó una prueba de imbibición, en que las respuestas fueron favorables en ambos tipos de almacenamiento, obteniéndose altos porcentajes; actualmente el mayor valor corresponde al de la semilla almacenada en condiciones naturales que es de 71%, en comparación con el de la semilla refrigerada el cual es de 61%. La semilla requiere tratamiento de escarificación: imbibición en agua hirviendo, dejar que enfrie gradualmente y remojar 24-48 horas (INIFAP, 2002).

Fenología de la Cubata

Cuadro 11. Fenología de la Cubata.

Etapas	Fecha
Estado reposo	Noviembre – Abril
Estado vegetativo	Mayo – Octubre
Floración	Mayo – Agosto
Fructificación	Junio – Enero
Semillación	Noviembre – Febrero

Fuente: INIFAP, 2002

Emergencia de las plántulas

Inicio: 3° día

Período: 27 días

Porcentaje: 39 % (semilla almacenada a 4°C durante 2 años)

25 % (semilla almacenada a la temperatura ambiente durante 2 años)

La máxima velocidad de emergencia se presenta del 60 -100 día después de la siembra.

Con el propósito de encontrar algunas características productivas de dos de las especies seleccionadas se realizaron muestreos de 10 arboles por especie en cada uno de los tres ejidos estudiados, de los cuales se tomaron datos de altura, diámetro, número de ramas, altura de ramificación, diámetro del área de goteo y los resultados que se obtuvieron se muestran a continuación en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Datos de altura, diámetro, número de ramas, altura de ramificación, y diámetro del área de goteo de la Cubata y el Cuahulote en los Ejidos del Limón, Sauces y Huitchila.

Ejido	Especie	Árbol	Altura (m)	Diámetro (m)	Altura de la ramificación (m)	Numero de ramas	Diámetro del Área de Goteo				Rendimiento (Kg/árbol)
							Norte	Sur	Este	Oeste	
Huitchila	Cubata	1	4.75	0.37	0.8	13	4.3	3.9	3.75	4.2	21.2
Huitchila	Cubata	2	3.6	0.19	0.31	12	3.7	2.8	3.1	4.9	9.42
Huitchila	Cubata	3	4.18	0.16	0.42	6	3.8	2.6	3.7	3.2	25.34
Huitchila	Cubata	4	4.08	0.27	0.19	7	3.6	3.37	2.65	3.3	15.07
Huitchila	Cubata	5	3.9	0.14	0.22	5	3.8	3.4	3.7	3.4	6.46
Huitchila	Cubata	6	4.54	0.24	0.09	9	3.6	3.6	3	2.67	31.34
Huitchila	Cubata	7	4.4	0.31	0.07	11	3.4	3.3	2.6	3.7	28.41
Huitchila	Cubata	8	4.9	0.25	0.21	13	3.7	3.9	3.3	3.3	21.44
Huitchila	Cubata	9	4.7	0.21	0.41	8	3.1	3.6	2.9	2.67	22.25
Huitchila	Cubata	10	3.67	0.09	0.31	5	3.6	2.6	2.65	3.2	13.04
Huitchila	Cuahulote	1	6	0.4	1.02	13	6.5	3	4	4.5	8.97
Huitchila	Cuahulote	2	9	0.27	1.85	8	6	6.5	4.4	5.5	2.08
Huitchila	Cuahulote	3	9	0.25	1.72	11	6.4	6.1	7.5	7	7.86
Huitchila	Cuahulote	4	9	0.33	1.89	8	6.9	7.9	7.3	8.2	5.09
Huitchila	Cuahulote	5	9.5	0.19	1.3	13	5.3	4.4	6	5.9	2.7
Huitchila	Cuahulote	6	9	0.23	1.37	12	7.5	10.3	7.6	10.7	10.25
Huitchila	Cuahulote	7	6.4	0.21	1.23	9	4.6	4.2	4.4	7.1	3.51
Huitchila	Cuahulote	8	5.95	0.24	1.45	11	5.94	6.5	3.2	3.8	11.93
Huitchila	Cuahulote	9	5.2	0.17	1.34	12	3	3.1	3.3	2.55	1.79
Huitchila	Cuahulote	10	6.1	0.32	1.04	7	3.6	2.8	4.7	2.65	5.23
Los Sauces	Cubata	1	3.5	0.09	0.43	8	3.6	3	4	3.36	10.34

Los Sauces	Cubata	2	3.5	0.08	0.4	7	3.1	3.37	2.9	3.3	10.14
Los Sauces	Cubata	3	2.5	0.05	0.12	8	2.9	3.6	3.9	2.67	14.4
Los Sauces	Cubata	4	4	0.07	.	14	4.3	4.7	3.75	4.15	5.5
Los Sauces	Cubata	5	3.3	0.08	0.27	14	4.5	3.9	4.9	4.2	27.08
Los Sauces	Cubata	6	2.5	0.12	.	10	4.2	4.6	5	4.3	14.98
Los Sauces	Cubata	7	2.8	0.1	0.1	8	3.8	4	3.7	2.8	15.22
Los Sauces	Cubata	8	3.7	0.11	0.25	8	3.2	2.6	3.3	3.2	19.44
Los Sauces	Cubata	9	4.5	0.09	.	7	3.15	3.2	2.3	3.1	4.82
Los Sauces	Cubata	10	3.5	0.11	0.21	8	3.2	3.3	2.9	2.5	29.15
Los Sauces	Cuahulote	1	9	0.96	1.83	10	5	4.68	5.93	1.2	27.18
Los Sauces	Cuahulote	2	6	0.34	0.8	14	4.5	7	6	7	31.51
Los Sauces	Cuahulote	3	10	0.6	1.4	17	9	11	7	8	24.43
Los Sauces	Cuahulote	4	7.5	0.32	0.3	12	8	6.5	6	7	27.87
Los Sauces	Cuahulote	5	11	0.38	0.58	11	9	10	5	10	9.57
Los Sauces	Cuahulote	6	6	0.3	1.2	7	7	10	3.6	3.8	8.19
Los Sauces	Cuahulote	7	8.5	0.33	0.65	14	4.3	5	7	2.9	3.91
Los Sauces	Cuahulote	8	3.9	0.8	.	14	2.2	2.05	2.47	2.2	28.16
Los Sauces	Cuahulote	9	8.13	0.13	.	15	4.8	4.4	4.5	5.1	19.82
Los Sauces	Cuahulote	10	6	0.25	1.5	8	4.7	4.3	3.4	3.8	17.99
El Limón	Cubata	1	5	0.2	0.3	18	5	5.1	4.6	4.4	3.91
El Limón	Cubata	2	4.2	0.06	.	7	3.6	2.5	1.8	3.1	10.13
El Limón	Cubata	3	3.5	0.15	0.27	8	3.5	3.7	2.7	2.5	11.22
El Limón	Cubata	4	4	0.11	0.18	12	6	2.8	6	4.9	17.02
El Limón	Cubata	5	3	0.06	.	16	6	4.2	4.7	5.1	9.42
El Limón	Cubata	6	3.8	0.14	0.45	14	3.7	2.6	2.45	3.4	1.97
El Limón	Cubata	7	4.5	0.09	0.24	13	3.8	3.4	3.3	3.7	15.29
El Limón	Cubata	8	3.9	0.04	0.3	10	2.3	2.35	1.95	3	1.07
El Limón	Cubata	9	4.3	0.05	0.12	13	3.7	3.9	3.1	3.3	2.15

El Limón	Cubata	10	4.1	0.09	.	8	4.5	3.8	2.6	4.5	21.2
El Limón	Cuahulote	1	13.6	0.78	1.47	13	5.4	7.8	8	7.9	1.79
El Limón	Cuahulote	2	10.3	0.47	0.87	16	6.4	6.2	6	7	21.51
El Limón	Cuahulote	3	10.8	0.46	1.3	15	4.7	6.5	7.1	4.8	8.28
El Limón	Cuahulote	4	5.5	0.14	0.57	14	4.3	2.9	1.3	2.8	1.3
El Limón	Cuahulote	5	9.3	0.7	0.27	17	7	9	6	7	15.91
El Limón	Cuahulote	6	5.6	0.25	1.4	11	3.1	4.4	5.2	2.4	8.64
El Limón	Cuahulote	7	5.9	0.18	0.4	7	4.8	5.1	1.7	5	2.87
El Limón	Cuahulote	8	3	0.08	0.46	5	2.6	2.7	2.8	1.8	3.52
El Limón	Cuahulote	9	5.4	0.17	0.13	8	6	4.2	4.35	4.6	8.36
El Limón	Cuahulote	10	6.5	0.12	1.35	6	2.7	1.75	1.1	1.5	1.25

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

A continuación en el Cuadro 13. Se muestran los resultados del ANOVA que se realizó para los datos de altura, diámetro, número de ramas, altura de ramificación, diámetro del área de goteo.

Cuadro 13. Resultado del ANOVA ($Pr > F$).

Especie	Termino	Altura	Diámetro	Numero de Ramas	Altura de Ramificación	Rendimiento
Cubata	Ejido	0.0036	<.0001	0.0856	0.8122	0.0264
	C.V	14.19455	42.01671	31.82126	58.86074	53.48040
Cuahulote	Ejido	0.9963	0.1864	0.5031	0.0233	0.0002
	C.V	32.43952	61.88276	30.15237	41.76767	64.63608

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.



Figura 19. Recolección de frutos de Cuahulote en la REBIOSH

De las variables obtenidas se realizó una comparación de medias mediante el método de Tukey, para demostrar si existe diferencias significativas a un 95% de probabilidad.

Cuadro 14. Comparaciones de Medias (Método de Tukey).

Especie	Ejido	Altura	Diámetro	Numero de Ramas	Altura de Ramificación	Rendimiento
Cubata	El Limón	4.0300A	0.09900B	11.900A	0.26571A	9.338B
	Huitchila	4.2720A	0.22300A	8.900A	0.30300A	19.397 ^a
	Los Sauces	3.3800B	0.09000B	9.200A	0.25429A	15.107AB
	DMS	0.6129	0.064	3.5284	0.2091	8.6662
Cuahulote	El Limón	7.590A	0.33500A	11.200A	0.8220B	7.343B
	Huitchila	7.515A	0.26100A	10.400A	1.4210A	5.941B
	Los Sauces	7.603A	0.44100A	12.200A	1.0325AB	19.863 ^a
	DMS	2.7227	0.2372	3.7669	0.5308	7.9189

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

Como podemos observar en el Cuadro 14. Para el caso de la variable altura en la Cubata, el ejido de los sauces presenta diferencias estadísticamente significativas a un 95% de probabilidad con relación a los otros dos ejidos. En relación al diámetro el ejido de Huitchila presenta diferencias estadísticamente significativas a un 95% de probabilidad con relación a los otros dos ejidos. En el caso del número de ramas y altura de ramificación ninguno de los tres ejidos es diferente.

Para el caso de la variable rendimiento los tres ejidos presentan diferencias mínimas significativas al 95% de probabilidad.

En cuanto al guázuma solo se encontró diferencias entre los ejidos en las variables de altura de ramificación y rendimiento.

A continuación en el Cuadro 15. Se muestran los resultados del ANOVA que se realizó para los datos de largo, ancho, y grosor de los veinte frutos tomados al azar de cada una de las especies, para ver si existe diferencias significativas entre estas.

Cuadro 15. Resultados del ANOVA ($Pr > F$).

Especie	Ejido	Termino	Peso	Largo	Ancho	Grosor
Cubata	El Limón	Árbol	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Cubata	Huitchila	Árbol	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Cubata	Los Sauces	Árbol	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Cuahulote	El Limón	Árbol	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Cuahulote	Huitchila	Árbol	0.0004	0.2763	<.0001	<.0001
Cuahulote	Los Sauces	Árbol	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.



Figura 20. Mediciones de largo, ancho, grosor y peso de la cubata.

Asimismo las variables obtenidas de la caracterización de los frutos se realizó comparación de medias mediante el método de Tukey, para demostrar diferencias entre los individuos de una misma especie.

Cuadro 16. Comparaciones de Medias (Método de Tukey).

Especie	Ejido	Árbol	Peso	Largo	Ancho	Grosor
Cubata	El Limón	1	4.5150A	9.5725BC	1.50450A	0.67300 ^a
		2	2.8525CD	8.4410D	1.37900AB	0.53550BCD
		3	2.0650E	8.6885CD	1.09700E	0.49750CDE
		4	2.3475DE	9.8090B	1.11300DE	0.42900E
		5	4.4250A	9.4595BC	1.36450BC	0.60800AB
		6	2.5075DE	9.2905BCD	1.19300DE	0.55250BC
		7	3.2575BC	11.4880A	1.20200DE	0.48900CDE
		8	1.8200E	7.0210E	0.76450F	0.47750CDE
		9	3.8550AB	11.9035A	1.49250AB	0.46200DE
		10	3.0700CD	11.1585A	1.24400CD	0.46100DE
		DMS	0.7413	0.9239	0.1346	0.0813
Cubata	Huitchila	1	6.7100A	10.4720B	1.61850A	0.75800 ^a
		2	2.4275C	10.3380BC	0.86900D	0.44600CD
		3	2.3100C	9.4605C	0.85900D	0.42350DEF
		4	3.3000B	11.4975A	0.97050C	0.47450C
		5	2.4375C	11.8405A	1.18300B	0.37500F
		6	2.8200BC	12.3195A	0.80700DE	0.42750CDE
		7	2.2600C	12.4650A	0.73150E	0.42150DEF
		8	1.5600D	9.4680C	0.75300E	0.39350EF
		9	2.3650C	10.1540BC	0.73050E	0.45550CD
		10	2.6875C	9.4320C	0.76900E	0.63650B
		DMS	0.581	1.0023	0.0854	0.0492
Cubata	Los Sauces	1	2.0125E	9.6230D	1.11750E	0.38350EF
		2	2.8050D	10.8725BC	1.16750DE	0.43400DE
		3	2.8000D	11.7805A	1.23000DE	0.46050CD
		4	7.1275A	10.7790C	1.85600AB	0.73800A
		5	1.7675E	11.7215AB	0.95050F	0.33700F
		6	3.6375C	7.9195E	1.87550A	0.59450B
		7	4.2875C	9.9825CD	1.73800B	0.52000C

Guázuma	El Limón	8	2.2650DE	11.9395A	1.42300C	0.37600EF
		9	5.5775B	9.6080D	1.97500A	0.65250B
		10	3.7150C	12.1340A	1.27450D	0.48150CD
		DMS	0.7229	0.9011	0.1226	0.0744
		1	3.7200C	3.5815B	2.08800ABCD	2.08800ABCD
		2	5.6525A	4.0695A	2.19050AB	2.19050AB
		3	4.6150B	3.4845B	2.23550A	2.23550A
		4	1.5000E	2.1905D	1.75400E	1.75400E
		5	4.7225B	3.6090B	2.17700AB	2.17700AB
		6	3.7275C	2.9855C	2.15850ABC	2.15850ABC
Guázuma	Huitchila	7	3.4825CD	3.2655BC	1.95750D	1.95750D
		8	4.0075BC	3.2400BC	2.18700AB	2.18700AB
		9	3.6125CD	3.6020B	2.01850BCD	2.01850BCD
		10	2.7925D	3.0735C	1.98050CD	1.98050CD
		DMS	0.8746	0.3883	0.1957	0.1957
		1	2.7175ABC	2.8555A	1.98050BC	1.98050BC
		2	2.3700BC	2.6850A	1.82850C	1.82850C
		3	2.3825BC	2.6770A	1.88050C	1.88050C
		4	2.7525ABC	2.7995A	1.93550C	1.93550C
		5	2.0275C	2.5910A	1.83100C	1.83100C
Guázuma	Los Sauces	6	3.0775AB	2.8500A	1.99500BC	1.99500BC
		7	3.1925AB	2.8760A	2.15450AB	2.15450AB
		8	3.3325A	2.7935A	2.23000A	2.23000A
		9	2.8775AB	2.7490A	1.94200C	1.94200C
		10	2.4275BC	2.7510A	1.81900C	1.81900C
		DMS	0.8414	0.3944	0.1773	0.1773
		1	5.5675A	3.7525B	2.27400AB	2.27400AB
		2	5.3800A	3.5610BC	2.31700AB	2.31700AB
		3	3.2350B	3.1030DE	2.31100AB	2.31100AB
		4	5.5575A	4.2835A	2.21900ABC	2.21900ABC
		5	3.5700B	3.1095D	2.29450AB	2.29450AB
		6	2.6630BC	3.3180BCD	1.86250E	1.86250E
		7	2.1125C	2.6690E	1.88900DE	1.88900DE
		8	6.1550A	4.2795A	2.35650A	2.35650A
		9	3.6850B	3.1365CD	2.11700BC	2.11700BC
		10	3.6400B	3.3825BCD	2.06600CD	2.06600CD
		DMS	1.0305	0.4373	0.2025	0.2025

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

Como podemos observar en el Cuadro 16. Existen diferencias estadísticamente significativas al 95% de probabilidad entre los individuos de cada una de las especies con respecto a las variables analizadas.

De igual manera se realizó un ANOVA multifactorial para ver si existía diferencias entre los individuos de las especies, dentro de los ejidos y la interacción Ejido*Individuos. A continuación se muestra los resultados de dicho análisis en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Resultados del ANOVA Multifactorial ($Pr > F$).

Especie	Termino	Peso	Largo	Ancho	Grosor
Cubata	Ejido	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	Árbol	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	Ejido *Árbol	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	C.V	19.92512	8.932197	9.858196	12.91242
Cuahulote	Ejido	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	Árbol	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	Ejido *Árbol	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	C.V	22.61037	10.42409	7.680176	7.680176

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

Cuadro 18. Comparaciones de Medias (Método de Tukey).

Especie	Ejido	Peso	Largo	Ancho	Grosor
Cubata	El Limón	3.07150B	9.68320B	1.23540B	0.518500A
	Huitchila	2.88775C	10.74470A	0.92910C	0.481150C
	Los Sauces	3.59950A	10.63600A	1.46075A	0.497750B
	DMS	0.1492	0.2173	0.028	0.0151
Cuahulote	El Limón	3.78325B	3.31015B	2.07470B	2.07470B
	Huitchila	2.71575C	2.76275C	1.95965C	1.95965C
	Los Sauces	4.15655A	3.45950A	2.17065A	2.17065A
	DMS	0.1887	0.0778	0.0373	0.0373

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.



Figura 21. Diferencias aparentes en el tamaño de los frutos de Cuahulote.

En el Cuadro 18. Se puede apreciar que en las especies estudiadas, los tres ejidos presentan diferencias estadísticamente significativas al 95 % de confiabilidad.

8.2.2. Protocolo de germinación

Transcurridos 21 días después de la siembra de las semillas, se realizó la toma de datos para determinar el porcentaje total de germinación. Presentándose los resultados en los Cuadro 19, 20 y 21.

Cuadro 19. Porcentaje de Germinación de *Acacia cochliacantha*.

Días	Numero de semillas Sembradas	Numero de semillas Germinadas	Porcentaje de Germinación (%)
1	400	0	0
2	400	0	0
3	400	16	4
4	400	64	16
5	400	84	21
6	400	96	24
7	400	132	33
8	400	200	50
9	400	216	54
10	400	244	61
11	400	244	61
12	400	244	61
13	400	244	61
14	400	244	61
15	400	244	61
16	400	244	61
17	400	244	61
18	400	244	61
19	400	244	61

20	400	244	61
21	400	244	61
Total del Porcentaje de germinación			61

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

De acuerdo al Cuadro 19. El porcentaje total de germinación de la *Acacia cochliacantha* es del 61% por lo que se considera como un porcentaje de germinación aceptable, ya que este supera al 60% que algunos autores recomiendan como mínimo para que un tratamiento pregerminativo sea aceptable.

Cuadro 20. Porcentaje de Germinación de *Leucaena esculenta* ssp. *Esculenta*.

Días	Numero de semillas Sembradas	Numero de semillas Germinadas	Porcentaje de Germinación (%)
1	400	0	0
2	400	0	0
3	400	132	33
4	400	244	61
5	400	308	77
6	400	320	80
7	400	336	84
8	400	336	84
9	400	336	84
10	400	336	84
11	400	336	84
12	400	336	84
13	400	336	84
14	400	336	84
15	400	336	84
16	400	336	84
17	400	336	84

18	400	336	84
19	400	336	84
20	400	336	84
21	400	336	84
Total del Porcentaje de germinación			84

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

En el caso de la *Leucaena esculenta ssp. Esculenta* su porcentaje de germinación es del 84%, por lo que se considera que el tratamiento de sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 36 horas, con cambios de agua cada 12 horas, es recomendable para la propagación de esta especie, ya que presenta un porcentaje de germinación aceptable.

Cuadro 21. Porcentaje de Germinación de *Guazuma ulmifolia*.

Días	Numero de semillas Sembradas	Numero de semillas Germinadas	Porcentaje de Germinación (%)
1	400	0	0
2	400	0	0
3	400	196	49
4	400	212	53
5	400	244	61
6	400	288	72
7	400	288	72
8	400	288	72
9	400	288	72
10	400	288	72
11	400	288	72
12	400	288	72
13	400	288	72
14	400	288	72

15	400	288	72
16	400	288	72
17	400	288	72
18	400	288	72
19	400	288	72
20	400	288	72
21	400	288	72
Total del Porcentaje de germinación			72

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

La prueba de emergencia en semilla de Cuahulote en condiciones de Invernadero, reportó un 72% de viabilidad; por lo que se recomienda el tratamiento de remojar las semillas en agua a 80°C por 8 a 10 minutos, ya que si un tratamiento presenta valores por arriba del 60% de Germinación se considera aceptable.

8.2.3. Análisis bromatológico

Por los periodos de colecta de muestras de follaje solo tres especies fueron analizadas bromatológicamente, como se muestra en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Analisis bromatológico (%) de hojas de las principales especies forrajeras en la REBIOSH, Morelos.

Especie	PC	Cenizas	FC	EE	MS	FDN	MO
<i>Guazuma ulmifolia</i>	16.85	12.65	19.52	1.89	95.54	63.88	87.35
<i>Leucaena leucocephala</i>	14.32	10.33	21.24	10.33	94.43	61.83	89.67
<i>Leucaena maccrophyla</i>	20.56	9.08	26.75	2.34	95.97	68.44	90.92

PC = proteína cruda; FC = fibra cruda; EE = extracto etereo; MS = materia seca; FDN = fibra detergente neutro; MO = materia organica.

En cuanto a la composición química, la especie que mayor contenido de proteína presento fue la *Leucaena maccrophyla* con 20.56 %, seguida por la *Guazuma ulmifolia* con 16.85 %, y la de menor contenido de proteína fue *Leucaena leucocephala* con 14.32 %. Para el caso de la fibra cruda, la especie que presento mayor contenido de fibra fue *Leucaena esculenta ssp. Esculenta* con 26.75 y la de menor contenido de fibra fue *Guazuma ulmifolia* con 19.52 %. Con respecto al contenido de fibra detergente neutro la *Leucaena esculenta ssp. Esculenta* fue la que presento mayor contenido de fibra con un 68.44 % y la de menor contenido fue *Leucaena leucocephala var. Glabrata* con 61.83 %.

En cuestion del contenido de cenizas la especie que presenta mayor contenido fue la *Guazuma ulmifolia* con 12.65 % y la de menor contenido *Leucaena esculenta ssp. Esculenta* 9.08 %. Con lo que respecta al contenido de materia seca la que mayor contenido presenta es la *Leucaena esculenta ssp. Esculenta* con 95.97 % y la de menor contenido es la *Leucaena leucocephala var. Glabrata* con 94.43 %. Para el caso del contenido de extracto etereo la especie que presenta mayor contenido de extracto fue la *Leucaena leucocephala var. Glabrata* con 10.33 % y la de menor contenido fue la *Guazuma ulmifolia* con 1.89 %. En cuanto al contenido de materia organica la especie que presenta mayor contenido fue la *Leucaena esculenta ssp. Esculenta* con 90.92 % y la de menor contenido fue la *Guazuma ulmifolia* con 87.35 %.

También se realizo análisis bromatológico de frutos de solo dos especies (*Acacia cochliacanta* y *Guazuma ulmifolia*), esto debido a los periodos de colecta de las muestras, como se muestra en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Analisis bromatológico (%) en frutos de *Acacia cochliacanta* y *Guazuma ulmifolia*, colectadas en la REBIOSH, Morelos.

Especie	PC	Cenizas	FC	EE	MS	FDN	MO
<i>Acacia cochliacanta</i>	8.24	5.53	31.27	0.87	94.95	60.72	94.47
<i>Guazuma ulmifolia</i>	6.90	4.84	39.49	1.73	94.52	60.62	95.16

PC= proteína cruda; FC = fibra cruda; EE = extracto etereo; MS = materia seca; FDN = fibra detergente neutro; MO = materia organica.

En cuanto al contenido de proteína cruda, el fruto de la *Acacia cochliacanta* presenta mayor contenido que el fruto de la *Guazuma ulmifolia* con un 8.24 %. En lo que respecta al contenido de cenizas, materia seca, fibra detergente neutro, la especie *Acacia cochliacanta* presenta mayor contenido que la *Guazuma ulmifolia*. Para el caso del contenido de materia organica, extracto etereo y fibra cruda, la especie que presenta el mayor contenido es la *Guazuma ulmifolia*.

8.3. Propuestas de Tecnologías Silvopastoriles para la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos.

8.3.1. Cercos vivos

En la REBIOSH, la actividad principal es la ganadería, por lo que existe un conocimiento tradicional muy completo de los cercos para el manejo del ganado. Por lo que la cantidad de postes requeridos para el cerco perimetral del ejido, callejones de entrada a las parcelas y las cercas perimetrales de estas, son de una magnitud considerable y representa un impacto bastante fuerte a la vegetación y de manera puntual a las especies más usadas para postes.

Los cercos que existen en la REBIOSH, tienen una distancia entre postes de 2 m representando un número muy elevado de requerimiento de postes con su consecuente deterioro ecológico.

Otro aspecto a considerar en el diseño de esta tecnología son sus condiciones edafoclimáticas presentes en la REBIOSH, Desde el punto de vista de los suelos estos presentan limitaciones en cuanto a profundidad y una gran cantidad de piedras, en cuanto a la precipitación esta aunque es en cantidades considerables (900 mm de precipitación anual) su distribución y la poca capacidad de almacenamiento de los suelos hace que se presente periodos de ente 7-8 meses de sequia.

Por lo que para el diseño de las tecnología que proponenos se tomó en cuenta las careacterísticas físicas, biológicas, ecológicas y climatológicas (precipitación y

temperatura), de la región, así como el conocimiento tradicional de los pobladores tanto en lo relacionado con las especies con potencial forrajero y el conocimiento que los productores pecuarios tienen de las cercas. A continuación se muestra una fotografía de cómo son los cercos vivos en el REBIOSH.



Figura 22. Cerco vivo en la REBIOSH.

La utilización de cercos vivos es una práctica muy común en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, ya que la utilización de árboles en los cercos constituye un valor agregado en el uso de la tierra. El uso de las cercas vivas tiene un carácter múltiple ya que aparte de delimitar los terrenos, dependiendo de las especies, puede obtenerse leña, postes y forraje, entre otros. Por lo tanto, constituye un sistema que puede ser implementado en zonas secas y semiáridas. El productor debe tomar en cuenta que las

cercas vivas necesitan manejo para que se cumpla el atributo de sostenibilidad en el sistema.

Existen algunos atributos especiales para especies forestales o arbustivas que se utilizan para cercas vivas; entre ellos se tienen los siguientes:

- Rápido crecimiento.
- Fijación de nitrógeno del suelo.
- Capacidad de establecerse por estacas.
- Alta producción de biomasa, leña y postes.
- Compatibilidad con cultivos y/o pastos, es decir, una interacción positiva.
- Posibilidad de utilización de especies de uso múltiple y alto valor.

Los cercos vivos consisten en sembrar una o varias hileras de plantas leñosas siguiendo los límites de una propiedad o marcando las divisiones entre parcelas según los diferentes usos del suelo (cultivos anuales o perennes, potreros, bosques, etc. Se usan en vez de los postes de metal o madera para sostener el alambre de púas, u otros materiales

Figura 23.



Figura 23. Cerco vivo en la REBIOSH.

El propósito primario de los cercos vivos es controlar el movimiento de los animales y de la gente; sin embargo, uno de los beneficios fundamentales de los cercos es de proveer forraje para la alimentación del ganado.

En la REBIOSH, la actividad principal es la ganadería, por lo que existe un conocimiento tradicional muy completo de los cercos para el manejo del ganado, así pues la cantidad de postes requeridos para el cerco perimetral del ejido, callejones de entrada a las parcelas y las cercas perimetrales de estas, son de una magnitud considerable y representa un impacto bastante fuerte a la vegetación y de manera puntual a las especies más usadas para postes

Los cercos que existen en la REBIOSH, tienen una distancia entre postes de 2 m representando un número muy elevado de requerimiento de postes con su consecuente deterioro ecológico.

Otro aspecto a considerar en el diseño de esta tecnología son las condiciones edafoclimáticas presentes en la REBIOSH, Desde el punto de vista de los suelos estos presentan limitaciones en cuanto a profundidad y una gran cantidad de piedras, en cuanto a la precipitación esta aunque es en cantidades considerables (900 mm de precipitación anual) su distribución y la poca capacidad de almacenamiento de los suelos hace que se presente periodos de ente 7-8 meses de sequia.

Por lo que para el diseño de las tecnología que proponenos se tomó en cuenta las careacteristicas físicas, biológicas, ecológicas y climatológicas (precipitación y temperatura), de la región, así como el conocimiento tradicional de los pobladores tanto en lo relacionado con las especies con potencial forrajero y el conocimiento que los productores pecuarios tienen de la cercas (Cuadro 24).

Cuadro 24. Diseño de cercos vivos en la REBIOSH

Especie	Nombre común	Época de plantación	Distancia entre plantas (m)	Altura de poda (m)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco	Junio una vez establecidas las lluvias	4	1.5
<i>Leucaena sculenta</i>	Guaje rojo	Junio una vez establecidas las lluvias	4	1.5
<i>Leucaena macrophylla</i>	Guaje verde (guaspelon)	Junio una vez establecidas las lluvias	4	1.5
<i>Guzuma ulmifolia</i>	Cuaulote	Junio una vez establecidas las lluvias	4	1.5

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

Leucaena spp (Guaje) Árbol leguminoso que fija nitrógeno y la caída natural de las hojas lo devuelve al suelo. De porte mediano 12 a 15 m., con copa pequeña y rápido crecimiento. Ofrece la más amplia variedad de usos, como forraje, leña, madera o un rico fertilizante nitrogenado. Se utiliza como barrera viva, para cercas. Como alimento al ganado puede llegar hasta un 30% de su alimentación sin problemas de intoxicación y para aves hasta un 76%. Sus raíces fuertes y profundas rompen las capas duras permitiendo una mejor infiltración y por lo tanto una menor escorrentía.

Guazuma ulmifolia (Cuahulote): Árbol de buen porte, 20 a 25 m., sirve para leña o forraje. Es usado en sistemas silvopastoriles pues su forraje tiene un 17% de proteína cruda. Sus frutas son muy apetecidas por los cerdos y el ganado al que le puede dar obstrucción intestinal si come en exceso.

La reproducción de estas especies puede ser sexual o asexual. En caso de tratarse de forma asexual, las estacas deben ser rectas y sanas, con un longitud entre 2 a 2.5 m y un grosor entre 5 y 10 cm. Es preferible cortar las estacas en la fase lunar cuarto creciente, para asegurar un mayor prendimiento de las estacas. También, existe la práctica de almacenar las estacas bajo sombra, por 1 a 3 semanas antes de la siembra, para estimular la acumulación de reservas en la base y facilitar un buen enraizamiento.

Establecimiento: El cambio del cercado muerto por uno de cerco vivo en la REBIOSH se recomienda de forma gradual, hasta sustituir los cercos muertos por los vivos. Es muy importante prevenir el daño que pudiera causar el ganado cuando ramonea. Las plantas utilizadas para su establecimiento deberán ser plantas de 1-1.5 m de altura y de 1-1,5 cm de diámetro esto debido a que las condiciones de suelo y clima presentan serias limitaciones.

Insumos: Herramientas para la plantación, poda de los árboles. (barras, machetes, tijeras de podar serrucho), plantas de material vegetal.

Trazado: Marcar cada 4 m sobre la cerca con postes.

Hoyado: Consiste en hacer cepas para la plantación de las especies seleccionadas por el productor. 15X15X20 cm

Plantación: Siembra directa de los árboles con semilla o bien con estacas, estos se plantan cada 1 ó 2 m. Eso significa que se pueden sembrar de 1000 a 500 árboles por km lineal.

Mantenimiento; Se recomienda un control de las malezas 3-4 veces durante el primer año hasta que los árboles están bien establecidos.

Para evitar que durante el crecimiento y engrosamiento de los árboles envuelvan el alambre, se recomienda colocar un pedazo de caucho o de madera entre el alambre de púas y el árbol.

Cosecha: En el cerco vivo forrajero se realizan cortes cada tres o cuatro meses. 6.3.1.1. Costos

En términos económicos, las cercas vivas son más baratas (38.75%) y duran mucho más que las cercas muertas, lo que representa un ahorro de dinero importante, a mediano plazo. A continuación en el cuadro 25. Se muestran los costos de establecimiento de de 1 km de cerco vivo con 4 hilos cada 4 m en la REBIOSH.

Cuadro 25. Costo del establecimiento de 1 km de cerco vivo con 4 hilos cada 4 m.

Concepto	Unidad	Cantidad/km	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Material vegetal				
Plantas	Pza	250	2	500
Mano de obra				
Apertura de cepas	jornal	25	150	3750
Acarreo de plantas	jornal	10	150	1500
Plantación	Jornal	10	150	1500
Total				7250

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.



Figura 24. Cercos existentes en la REBIOSH:

8.3.2. Pasturas en callejones

Otro de las tecnologías silvopastoriles que se pueden establecer en la REBIOSH, y que se puede adaptar a las condiciones edafoclimáticas de esta, son las pasturas en callejones, ya que es una tecnología que se puede adaptar a las condiciones topografías de la reserva con ayuda de curvas a nivel. Además de que puede ayudar a la rehabilitación de los suelos degradados de está.

Es por esto que la propuesta que se plantea es establecer pasturas en callejones basados en las curvas a nivel a densidades bajas de siembra, ya que el establecer altas densidades de siembra requiere de mayores gastos de agua, cosa que en la REBIOSH, lo que mas escasea es este recurso.

Cabe mencionar que al establecimiento de esta propuesta de pasturas en callejones se le adjuntara una hilera de piedras, esto con la finalidad de retener suelo y rehabilitar los suelos degradados por la erosión (Figura 25).



Figura 25. Hileras de piedras en la REBIOSH:

Por otra parte para que una especie leñosa pueda ser considerada en la utilización de pasturas en callejones estas deber reunir los siguientes caracteres:

- Palatable.
- Flexible al ramoneo.
- Rebrote rápido después de la defoliación.
- Preferiblemente que fije nitrógeno.

Las pasturas en callejones son una modificación silvopastoril de los cultivos en callejones, donde especies forrajeras son establecidas dentro de hileras de árboles o arbustos (Figura 26).



Figura 26. Pasturas en callejón con *Leucaena leucocephala*.

El propósito de las pasturas en callejones es proveer mayor producción de forraje para los animales, mejorar la calidad del suelo y reducir los procesos de erosión.

En estos sistemas, principalmente cuando son manejados bajo pastoreo, el componente leñoso (preferentemente leguminosas) hace una serie de contribuciones al sistema: a) proporciona forraje de buena calidad nutricional para el ganado; b) mejora la fertilidad del suelo a través de la fijación y transferencia de nitrógeno, la caída de las hojas y material senescente, muerte de raíces y productos de podas esporádicas, y c) reduce las pérdidas de nutrientes por lixiviación y erosión.

A continuación en el Cuadro 26. Se muestran las especies que se plantean para la propuesta de diseño de pasturas en callejones en la REBIOSH, con sus respectivas distancias de siembra y manejo.

Cuadro 26. Diseño de pasturas en callejones en la REBIOSH.

Especie	Nombre común	Época de plantación	Distancia entre hileras (m)	Distancia entre plantas (m)	Altura de poda (m)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco	Junio una vez establecidas las lluvias	10-15	1	1
<i>Leucaena sculenta</i>	Guaje rojo	Junio una vez establecidas las lluvias	10-15	1	1
<i>Leucaena macrophylla</i>	Guaje verde (guaspelon)	Junio una vez establecidas las lluvias	10-15	1	1
<i>Guzuma ulmifolia</i>	Guázuma, cuaulote	Junio una vez establecidas las lluvias	10-15	1	1

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

Un aspecto importante a tomar es que las distancias entre hileras pueden variar en función de la pendiente.

Para lo cual, de acuerdo a las especies encontradas en la REBIOSH. Se proponen las siguientes:

Guazuma ulmifolia (Cuahulote). Árbol de buen porte, 20 a 25 m., sirve para leña o forraje. Es usado en sistemas silvopastoriles pues su forraje tiene un 17% de proteína cruda. Sus frutas son muy apetecidas por los cerdos y el ganado al que le puede dar obstrucción intestinal si come en exceso.

Leucaena spp (Guaje). Árbol leguminoso que fija nitrógeno y la caída natural de las hojas lo devuelve al suelo. De porte mediano 12 a 15 m., con copa pequeña y rápido crecimiento. Ofrece la más amplia variedad de usos, como forraje, leña, madera o un rico fertilizante nitrogenado. Se utiliza como barrera viva, para cercas. Como alimento al ganado puede llegar hasta un 30% de su alimentación sin problemas de intoxicación y para aves hasta un 76%. Sus raíces fuertes y profundas rompen las capas duras permitiendo una mejor infiltración y por lo tanto una menor escorrentía.

La reproducción de estas especies puede ser sexual o asexual. En caso de tratarse de forma asexual, las estacas deben ser rectas y sanas, con un longitud entre 2 a 2.5 m y un grosor entre 5 y 10 cm. Es preferible cortar las estacas en la fase lunar cuarto creciente, para asegurar un mayor prendimiento de las estacas. También, existe la práctica de almacenar las estacas bajo sombra, por 1 a 3 semanas antes de la siembra, para estimular la acumulación de reservas en la base y facilitar un buen enraizamiento.

Establecimiento: Se pueden establecer callejones de 10-15 m entre hileras simples ó de 6 m cuando se utilizan hileras dobles de leñosas (el distanciamiento entre la doble hilera será de 0.7 a 1.0 m). Dentro de los surcos se establecen tres o cuatro surcos donde se establece la forrajera de corte. Previo a la siembra, por cualquiera de los métodos

indicados, esta se realizará en base a curvas de nivel. La siembra de las gramíneas deberá efectuarse cuando la leñosa tenga por lo menos 0.50m de altura.

Insumos: Material vegetativo o semilla.

Diseño: El diseño más recomendado es el de hileras alternas de 6 m de largo y 6 m entre las mismas, pero en forma alterna, después de que termina el seto se dejan 4 metros sin leñosas, para que los animales puedan pasar de un callejón al otro. Este tipo de arreglo espacial posibilita la mayor movilidad de los animales dentro del sistema y por lo tanto un consumo más homogéneo tanto de la leñosa como de la arbustiva.

Siembra/plantación: Las leñosas que se reproducen por semilla, ej. *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala*, en regiones con poca restricción de lluvias, pueden sembrarse directamente. Realizar la siembra al inicio de las lluvias, depositando la semilla al chorro corrido en surcos de 1 a 2 cm de profundidad. Se requieren aprox. 6 kg de semilla/ha. El distanciamiento entre plantas, luego del raleo, deberá ser de 1 m.

Manejo: El más recomendable es el pastoreo rotacional de manejo flexible. Este consiste en ajustar la intensidad de defoliación al nivel de oferta de las leñosas y herbáceas. En temporadas de crecimiento acelerado se puede acortar el período de descanso, incrementar la carga y/o alargar el período de ocupación. Si la leñosa no se recupera adecuadamente alargar el período de descansos, y acortarlo, cuando el remanente de la leñosa sea elevado después del pastoreo.

Cosecha: Se debe esperar que la leñosa desarrolle un buen sistema radicular y halla engrosado en tallo; en el trópico con sequía estacional se debe esperar hasta 12 ó 18 meses, mientras que en el trópico húmedo el corte de uniformización se puede realizar a los 8 meses.

Productividad animal: La pastura en callejones puede sostener 2-3 unidades animal/ ha en la época húmeda y de 2.0 a 2.5 unidades animal/ha en la época seca. Según esto se pueden producir de 600-700 kg de carne/ha/año en las zonas de trópico húmedo y de 450-650 kg de carne/ha/año en el trópico seco.

Con este sistema se pueden obtener incrementos hasta del 20% en la producción de leche vendible/vaca en sistema de doble propósito.

A continuación se muestra en el Cuadro 27. Los costos de establecimiento de 1 ha de pasturas en callejones en la REBIOSH.

Cuadro 27. Costo del establecimiento de 1 ha de pasturas en callejones en la REBIOSH.

Concepto	Unidad	Cantidad/km	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Material vegetal				
Plantas	Pza	1000	2	2000
Mano de obra				
Apertura de cepas	jornal	10	150	1500
Acarreo de plantas	jornal	10	150	1500
Plantación	Jornal	10	150	1500
Total				6500

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

8.3.3. Bancos forrajeros

Uno de los principales problemas que afronta la ganadería en la REBIOSH, es la escasez y la mala calidad de forraje durante la estación seca. En verano, baja la producción y la calidad de los pastos, lo que resulta en una pérdida de peso de los animales, una baja en la producción de leche y una disminución de los ingresos del productor. El establecimiento de bancos forrajeros es una buena opción para alimentar bien a los animales y mantener los ingresos en la finca.

Un aspecto importante a considerar en el diseño de bancos forrajeros es que los ganaderos de la REBIOSH no tienen conocimientos sobre el establecimiento y manejo de estos bancos, por lo cual no existe una cultura de corte y acarreo del forraje que producen los árboles, por lo que la propuesta de banco forrajero que se plantea sería de libre pastoreo y no de corte como comúnmente se manejan los bancos forrajeros.

Otro aspecto a considerar en el diseño de esta tecnología son las condiciones edafoclimáticas presentes en la REBIOSH, ya que desde el punto de vista de los suelos estos presentan limitaciones en cuanto a profundidad y una gran cantidad de piedras, en cuanto a la precipitación esta aunque es en cantidades considerables (900 mm de precipitación anual) su distribución y la poca capacidad de almacenamiento de los suelos hace que se presente periodos de entre 7-8 meses de sequía. Por lo que para la propuesta de banco forrajero en la reserva se propone utilizar bajas densidades de siembras, ya que no se cuenta con suficiente agua para tener altas densidades.

Cabe mencionar que para que una especie forestal o arbustiva se pueda utilizar como banco forrajero, estas deben tener los siguientes atributos:

- Resistencia a podas frecuentes.
- Facilidad de rebrote.
- Rápido crecimiento.
- Buena producción de hojas.
- Alta calidad nutritiva para el ganado.
- Buena cantidad de hojas en la época seca.
- Fácil adaptación a las condiciones de suelo y clima de las regiones a establecer.

Los bancos forrajeros son aquellas partes de la finca que sembramos con altas densidades de especies forrajeras que pueden ser usadas en la época de secas para la alimentación animal (Figura 27).



Figura 27. *Leucaena leucocephala* sembrada a 75 cm como banco forrajero.

El propósito principal de los bancos forrajeros es producir forraje rico en nutrientes, para el ganado, en la época de seca. Para reducir la necesidad de comprar suplementos alimenticios como la gallinaza y melaza

A continuación en el Cuadro 28. Se muestran las especies que se plantean para la propuesta de diseño de banco forrajero en la REBIOSH, con sus respectivas distancias de siembra y manejo.

Cuadro 28. Diseño de banco forrajero en la REBIOSH.

Especie	Nombre común	Época de plantación	Distancia entre hileras (m)	Distancia entre plantas (m)	Altura de poda (m)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco	Junio una vez establecidas las lluvias	2	0.70	1
<i>Leucaena sculenta</i>	Guaje rojo	Junio una vez establecidas las lluvias	2	0.70	1
<i>Leucaena macrophylla</i>	Guaje verde (guaspelon)	Junio una vez establecidas las lluvias	2	0.70	1
<i>Guzuma ulmifolia</i>	Guázuma, cuahulote	Junio una vez establecidas las lluvias	2	0.70	1

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

Leucaena spp (Guaje): Esta especie presenta una alta tasa de fijación de N y esto a través del metabolismo lo almacena en su componente forrajero (hojas, peciols, tallos tiernos y frutos) en forma de proteína cruda para los animales, en base seca la proteína cruda es de 22-30% y fibra 18-20%.

Guazuma ulmifolia (Cuahulote): Árbol de buen porte, 20 a 25 m., sirve para leña o forraje. Es usado en sistemas silvopastoriles pues su forraje tiene un 17% de proteína cruda. Sus frutas son muy apetecidas por los cerdos y el ganado al que le puede dar obstrucción intestinal si come en exceso.

Cabe mencionar que estas especies que se proponen salieron de las entrevistas aplicadas a los productores pecuarios, y que la utilización de estas especies será de acuerdo al criterio y gusto del productor.

Establecimiento: Una propuesta del lugar para establecer esta tecnología, serían las áreas agrícolas, que es donde una vez terminada la cosecha de estas, se introduce el ganado para que se alimente del rastrojo de los cultivos agrícolas. Aunque una de las dificultades que se podría encontrar es que los árboles competirían por nutrientes, luz, agua con los cultivos y además el productor perdería terreno para el establecimiento de estos.

Insumos: Herramientas para la plantación, poda de los árboles. (barras, machetes, tijeras de podar serrucho), plantas de material vegetal.

Hoyado: Consiste en hacer cepas para la plantación de las especies seleccionadas por el productor. 15X15X20 cm

Plantación: Se recomienda sembrar plantas de 1-1.5 m de altura y de 1-1,5 cm de diámetro esto debido a que las condiciones de suelo y clima presentan serias limitaciones. La distancia de siembra entre planta será a 0.70 m y entre hileras de 2 m. Además, es recomendable dejar espacios libres, dentro de cada hilera, para que los animales se movilizan en el banco con facilidad y así, se pueda reducir la compactación del suelo.

Mantenimiento: Para la mayoría de las especies leñosas, se recomienda realizar la primera poda de las hojas cuando las plantas han alcanzado de 1,0 a 1,5 m de altura, o sea aproximadamente seis meses después de la siembra, en sitios con períodos de sequía prolongados.

Manejo:

- Períodos de descanso de 60 a 70 días
- De 12 a 16 animales adultos por hectárea.
- Ramoneo de 2 horas por día y durante 6 a 8 días.
- Se deben realizar podas de formación, cada 6 a 12 meses, cortando los tallos a una altura de 0,5 a 1,0 m, para evitar que los nuevos rebrotes crezcan por encima de la altura de ramoneo y así evitar daños físicos a la planta.

Cosecha: El conocimiento de cuando la planta está en condiciones para la primera defoliación es por lo general subjetivo. Se recomienda utilizar como criterio la altura de la planta, considerando que está debe de ser ramoneada o cortada ligeramente (utilizando carga animal baja, pocas horas de ramoneo o cortando solo una parte de las plantas, hasta que logre establecerse bien, osea cuando la planta alcance una altura de 1.5 a 2.5 m, a fin de inducir el crecimiento de las ramas laterales a partir de la base de la planta.

En los primero pastoreos se deberá permitir que los animales consuman hasta la mitad del follaje de las plantas para que induzcan el crecimiento laterla de las nuevas ramas o brotes apartir de la base.

A continuación en el Cuadro 29. Se muestran los costos de establecimiento de 1 ha de banco forrajero en la REBIOSH.

Cuadro 29. Costo del establecimiento de 1 Ha de banco forrajero a hileras de 2 m y una distancia entre planta de 0.70 m.

Concepto	Unidad	Cantidad/km	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Material vegetal				
Plantas	Pza	7143	2	14286
Mano de obra				
Apertura de cepas	Jornal	25	150	3750
Acarreo de plantas	Jornal	10	150	1500
Plantación	Jornal	10	150	1500
Total				21036

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

8.3.4. Árboles dispersos

Es una tecnología silvopastoril en el cual los árboles y/o arbustos se encuentran distribuidos al azar dentro de las áreas de pastoreo.

Generalmente, la función de los árboles y/o arbustos en esta tecnología es la de proveer sombra al animal en días calurosos, o refugio en días lluviosos. Además; pueden generar otros productos (forraje, leña, frutos y semillas) y servicios (fijación de nitrógeno, aporte de materia orgánica, protección).

En esta tecnología silvopastoril, el arreglo espacial y la densidad de las leñosas, estarán determinadas por el análisis de varias condiciones entre las que se tomaron en cuenta para el diseño las siguientes:

- Conocimiento tradicional de los productores en cuanto a las especies utilizadas en el diseño.
- Especies nativas.
- Especies arbóreas con potencial forrajero.
- Características físico químicas de los suelos.
- Características climatológicas de la región de estudio.
- Cantidad y distribución de la precipitación.
- Disponibilidad de forraje durante la época seca del año los árboles dispersos pueden ser una fuente de alimentación para los animales (forraje, frutos, semillas).
- Las especies utilizadas generen otros productos y servicios.

En la REBIOSH, dadas sus condiciones edafoclimáticas se presenta un largo período de sequía por lo que es de importancia disponer de forraje para la alimentación del ganado. En el desarrollo de esta investigación se observó y confirmó después con los productores la existencia de especies que durante la época seca disponen de frutos los cuales son

muy apetesidos por el ganado entre esta especies estan la guázuma y la cubata, que en los meses de enero a junio producen frutos y estos son consumidos por el ganado (Figura 28).



Figura 28. Arboles dispersos en potreros en la REBIOSH.

Para lo cual, de acuerdo a las especies identificadas en la REBIOSH, se propusieron para su establecimiento las siguientes:

Guazuma ulmifolia (Cuahulote): Árbol de buen porte, 10 a 12 m., sirve para leña o forraje. Es usado en sistemas silvopastoriles pues su forraje tiene un 17% de proteína cruda. Sus frutas son muy apetecidas por los cerdos y el ganado.

Acacia cochliacantha (Cubata): Es una especie arbórea o arbustiva, pertenece a la familia Leguminosae; mide desde 1.5 a 4.5 metros de altura; se caracteriza porque es de

vegetación secundaria de la Selva Baja Caducifolia. Según el Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos (Boyás et al., 1993). La cubata ocupa el 6° lugar en índice de importancia por su aprovechamiento como combustible, postes para cercos y construcción; además de que se usa como tutores y en la elaboración de implementos agrícolas; aunque sobresale por ser una especie forrajera que durante en la época seca del año produce frutos los cuales son consumidos por el ganado.

Congruentes con el proceso de selección de especies y las limitaciones edafoclimáticas presentes en la REBIOSH, se proponen dos opciones para su establecimiento.

Una opción podría ser un arreglo de una planta de cuahulote y una de cubata cada 15 m obteniendo de manera uniforme 20 plantas de cuahulote y 20 plantas de cubata por ha.

Considerando que la cubata es una especie de vegetación secundaria, en algún lugar de la parcela se presenta en grandes cantidades, formando rodales bastante bien definidos donde la vegetación primaria fue eliminada principalmente por actividades agrícolas.

Por lo que una segunda opción sería la existencia de espacios compactos de cubata y otros de igual manera para la Cuahulote (Figura 29).



Figura 29. Espacios compactos de cubata en la REBIOSH.

A continuación en el Cuadro 30. Se muestran los costos de establecimiento de 1 ha de potrero con arboles dispersos en la REBIOSH.

Cuadro 30. Costo del establecimiento de 1 Ha de potrero con arboles dispersos.

Concepto	Unidad	Cantidad/km	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Material vegetal				
Plantas	Pza	40	2	80
Mano de obra				
Apertura de cepas	Jornal	2	150	300
Acarreo de plantas	Jornal	2	150	300
Plantación	Jornal	2	150	300
Total				980

Fuente: Elaboración propia con base a datos de campo.

Establecimiento: El arreglo espacial y la densidad de las leñosas, estarán determinadas por las condiciones agroecológicas de la zona y por las especies de árboles, arbustos y pastos presentes en dicho ecosistema. Se recomienda habitualmente entre 15 a 20 plantas leñosas por hectárea

Insumos: Material vegetativo o semilla.

Manejo: Cualquiera que sea el propósito de las leñosas, un aspecto clave es la protección de los árboles (especialmente en su estado juvenil), contra los posibles daños de los animales en pastoreo. Esto se puede lograr mediante el aislamiento temporal del potrero., En este sistema; el pastoreo es rotacional o permanente y el material vegetal comestible producido por los árboles (frutos) se puede aprovechar en épocas de sequía, cuando existe escasez de biomasa herbácea.

Ventajas de los arboles dispersos en potreros:

- Ofrecen al ganado, frutos, follaje y sombra.
- Mejoran los ingresos de la finca porque proporcionan frutos, madera y leña que pueden ser vendidos.
- Fijan carbono y ofrecen refugio y alimento a los insectos, aves y animales silvestres.
- Contribuyen a mejorar el suelo y las fuentes de agua en las fincas ganaderas.

Consideraciones para el establecimiento de árboles dispersos en potreros:

- En su etapa inicial, hasta los 17 meses, los árboles en potreros requieren cuidados especiales.
- Para que los árboles, en la finca, brinden un aporte importante a la economía de la finca y al ambiente, es necesario seleccionar las especies más adaptadas al clima y a los suelos de los potreros.
- Los árboles maderables y frutales requieren podas para su adecuada formación y eventualmente, se recomienda el raleo.
- Los árboles en potreros crecen mejor cuando están bien distribuidos.
- Los árboles en los potreros agregan valor a la finca, la vuelven más productiva y ambientalmente, más sostenible.

9. CONCLUSIONES

En la REBIOSH, existen plantas arbóreas con potencial forrajero que pueden ser utilizadas con éxito en el diseño de tecnologías silvopastoriles para mejorar el sistema tradicional de producción pecuaria.

Desde la perspectiva de los productores, las especies arbóreas con potencial forrajero fueron: *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacanta*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena sculenta*, *Leucaena macrophyla*, *Erythrina americana*, *Spondias mombin*, *Spondias purpurea*, *Erythrina americana*, *Pithecellobium dulce* y, *Gliricidia sepium*.

El conocimiento tradicional de los productores de la REBIOSH, la información agronómica que existe en la literatura y la generada en esta investigación permiten hacer un manejo adecuado de estas especies y mejorar la producción de forraje para la adecuada alimentación del ganado.

Las tecnologías silvopastoriles propuestas, su implementación y manejo responden a las condiciones edafoclimáticas de la región y son en cierta forma, parte integrante del conocimiento de los productores ganaderos de la REBIOSH.

Las tecnologías silvopastoriles propuestas pueden ser una opción viable para reducir los impactos negativos de la ganadería, destacando la pérdida de vegetación, la degradación de los suelos y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los análisis bromatológicos de las especies seleccionadas confirman su potencial forrajero para ser utilizadas en el diseño de tecnologías silvopastoriles.

Los resultados de los análisis bromatológicos confirma también que el conocimiento tradicional adquirido de generación en generación por los productores ganaderos de la REBIOSH, ya que las especies seleccionadas contienen altos contenidos de proteína y alto nivel de digestibilidad.

10. RECOMENDACIONES

Es necesario llevar a cabo talleres de análisis y discusión con los productores ganaderos de la REBIOSH, para mejorar el diseño y manejo de las tecnologías propuestas.

Se recomienda llevar a cabo investigación en las parcelas de los productores para ajustar el número de plantas por ha así como el mejor arreglo y manejo de las tecnologías propuestas.

Se recomienda llevar a cabo investigación con los productores con el propósito de balancear el componente arbóreo y el componente herbáceo y disponer de un alimento de calidad para la alimentación del ganado.

Se recomienda llevar a cabo investigación con los productores con el propósito de definir la época de plantación, tamaño de la planta, dimensiones de la cepa y otros relativos a encontrar el mejor establecimiento de las plantaciones.

11. LITERATURA CITADA

- Aguilar, J., 1998. Educación Ambiental. Desde Río hacia las sociedades sustentables y de responsabilidad global. Cuadernos para una sociedad sustentable. GEA y Fundación Fredrich Ebert.
- Aguilar R., O. Dorado, D. M. Arias, R. Castro y H. Alcaraz. 2003. Reptiles y Anfibios de la Sierra de Huautla. Publicado por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, con apoyo de Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad (CONABIO) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. (En prensa).
- AOAC. 2000. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 16th ed. Arlington, VA, USA.
- Araya J., J. E. Benavides, R. Arias y A. Ruiz. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. In: Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central Jorge Evelio Benavides (comp.). CATIE Serie Técnica. Informe Técnico No. 236. Vol. I. Turrialba, Costa Rica. pp: 31-63.
- Becerra, B. J. 1984. Efecto de la altura y frecuencia de corte en la producción de forraje de Huaje o *Leucaena* (*L. leucocephala*). Tesis Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 29 p.
- Benavides J. E. 1998. Árboles y arbustos: Una alternativa agroforestal para la ganadería. *IN: Memorias de una conferencia electrónica: Agroforestería para la producción*

animal en Latinoamérica. FAO-CIPAV. Cali, Colombia. Pp. 1-26. Consultado en: <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/frg/AGROFOR1/bnvdes23.htm>. Fecha de consulta 10 de noviembre de 2011.

Benavides J. E. 1994. La Investigación en arboles forrajeros. *In: Arboles y arbustos forrajeros en America Central*. Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 1. p. 03-28.

Blabe JG, Loiselle JS, Moermond TC, Levey DJ, Denslow JS (1990) Quantifying abundance of fruits for birds in tropical habitats. *Stud. Avian Biol.* 13: 73-79.

Botero, R. y R. O. Russo. 1998. Utilización de árboles y arbustos fijadores de Nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Conferencia electrónica. Obtenida de la red mundial el 16 de abril de 2008: (<http://www.fao.org>).

Budowski, G. 1977. Sistemas agro-silvo-pastoriles en los trópicos húmedos. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 29 p.

Bustamente, J y Romero, F. 1991. Producción Ganadera en un contexto agroforestal: Sistemas agropastoriles. Carta de Rispal. No. 20 Turrialba, Costa Rica. pp 3 – 11.

Cardona, B. M y S. Suárez 1996. *Leucaena leucocephala* en bancos de proteínas y asociada con gramíneas. II seminario internacional sobre sistemas silvopastoriles: una alternativa para la ganadería. Colombia. pp 16 – 21.

- Casas-Andreu, G. y T. Reyna-Trujillo, 1990. Herpetofauna. Atlas Nacional de México, Instituto de Geografía. UNAM, México.
- CATIE. 1991b. Guácimo (*Guazuma ulmifolia*). Especie de Árbol de uso múltiple en América Central. Informe Técnico N^o. 165. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 69 p.
- CATIE. 1991a. Leucaena Leucocephala (Lam. De Wit). Especie de Árbol de uso múltiple en América Central. Informe Técnico N^o. 166. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 60 p.
- Ceballos G., A. García-Aguayo y P. Rodríguez, 1993. Plan de Manejo de la Reserva Ecológica de Chamela-Cuixmala. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. México.
- CETENAL, 1976. Carta Topográfica 1/50 000: Mapa E14-A-79 Tilzapotla; Mapa E14-A-59 Cuernavaca; Mapa E14-A-69 Jojutla; Mapa E14-B-61 Tepalcingo. Comisión de Estudios del Territorio Nacional, México, D.F.
- Cisneros, M. 1996. Producción de forrajes a partir de árboles proteicos. Memoria. Trabajos presentados en el XI Forum de Ciencia y Técnica. Mcpio. Bayamo. p. 32.
- Clavero, T. 1996. Las leguminosas forrajeras arbóreas: sus perspectivas para el trópico americano. Ed. Tyrone, Clavero. Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. pp 49 – 63.

- De La Maza E. R. y A. Ojeda C., 1995. La Horofauna higrófila de la cañada de La Toma, Tilzapotla, Morelos, México. (Lepidoptera-Rhopalocera). R,ev. Soc. Mex. Lep. XV (2) 1-3 p
- Dorado O., 1983. La subfamilia Mimosoideae (Familia Leguminosae) en el Estado de Morelos. Tesis. Escuela de Ciencias Biológicas, UAEM, Cuernavaca, Mor. 190 pp.
- Evensen, C.L.J. (1985) Seasonal yield variation, green leaf manuring and eradication of *Leucaena leucocephala*. MSc thesis, University of Hawaii, USA.
- Farrington, J; Martin, A. 1988. Farmer participation in agricultural research: A review of concepts and practices. ODI. Agricultural Administration Unit. Occasional Paper 9.
- Febles, G. y T. E. Ruiz. 2008. Evaluación de especies arbóreas. Taller sobre Investigación en Sistemas Agrosilvopastoriles o Agroforestería Pecuaria. In: IV Reunión en Sistemas Agro y Silvopastoriles. Universidad de Colima. 12-16 de mayo. Colima, México. Pp. 11-33.
- Ferraris, R. 1979. Productivity of *Leucaena leucocephala* in the wet tropics of North Queensland. Trop. Grassl. 13(1):20-27.
- FIDAR. 2003. Manual de Capacitación: Sistemas Silvopastoriles, Una Opción para el Manejo Sustentable de la Ganadería. Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. 54 pp.

- García, A. G. y Juárez, R. J. 1994. Evaluación bajo pastoreo de diferentes asociaciones de gramínea- leguminosa en Chapingo, México. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 73 p.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Ed. Larios, México, 150 p
- Giraldo L. A. 1996. Efecto de tres Densidades de Arboles en el Potencial Forrajero de un Sistema Silvopastoril Natural. IN: Memorias Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles: Casos Exitosos y su Potencial en Colombia. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Marta: Noviembre 27-29/Diciembre 1 de 1995. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Pag: 57-72.
- González S. V. 2003. Saberes y agricultura como una forma de vida. Tesis doctoral. Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH). México, D.F.
- Grenier, L. 1998. Trabajando con conocimiento indígena. Una guía para los investigadores. IDRC.140 p.
- Guevara, A. B.; Whinther, S., and Tompson, J. R. 1978. Influence of intarow spacing and cutting regimes on the grow and yield of *Leucaena*. Agronomy J. 7 (6): 1022 – 1037.
- Gutteridge R. C. y Shelton H. M. 1994. El campo y el potencial de las leguminosas arbóreas en la Agroforesteria. Memorias de XIV curso internacional de

- agroforesteria para el Ecodesarrollo. 05-24 septiembre del 2005. Vol. 1. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. pp 201-227.
- Hartmann T., Hudson; Dale E. Kester Y Fred T. Davies, Jr.1990 Plant Propagation: Principles and Practices. Fifth. Edition. Regents/Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. USA. 647 p.
- INEGI. 1981. Síntesis geográfica del Estado de Morelos. Secretaría de Programación y Presupuesto, Mexico.
- INEGI. 1991. XI Censo General de Población y Vivienda 1990.
- INIFAP. 2002. Tecnologías Llaves en mano. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales Agrícolas Y Pecuarias. Centro De Investigación Regional Del Centro. Campo Experimental “Zacatepec”. Zacatepec, Morelos, México. 126 pp.
- ISTA. 1999. International rules for seed testing. Rules and annexus. *Seed Sci. & Technol.* 27:155.
- Jiménez F. J. G. O. 2000. Árboles y arbustos forrajeros de la región maya – tzotzil del norte de Chiapas, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 164 p.
- Krishnamurthy L. y Avila M. 1999. Agroforesteria Basica. Serie de Textos Basicos para la Formacion Ambiental. Numero 3. Programa de las Naciones Unidas por el medio ambiente (PNUMA). México D.F. 340p.

- Lizarraga, S. H. L. 2000. Evaluación del potencial forrajero y nutricional de árboles nativos para su incorporación a los sistemas de producción animal. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- López C. M. 1999. El sistema ganadero de montaña y especies leñosas forrajeras promisoras en la Región Norte – Tzotzil de Chiapas, México. Tesis de Maestría, Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 48 pp.
- López C. M., Jiménez F. J., Jong B., Ochoa G. S. y Nahed T. J. 2001. El Sistema Ganadero de Montaña en la Región Norte – Tzotzil de Chiapas, México. Veterinaria Mexicana. # 32 (2). p. 93-102.
- Lugo H. J. 1984. Geomorfología del sur de la Cuenca de México. Inst. Geogr. UNAM, Serie Varia 8;36.
- Maldonado, 1997. Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos. México. Tesis de Maestría. UNAM, México.
- Mendoza, C. H. 1996. Cinco árboles forrajeros para la Península de Yucatán. Identificación, establecimiento y evaluación agronómica, En: Geografía Agrícola. Estudios de la Agricultura Regional. Recursos Fitogenéticos de México UACH. Chapingo Edo. de México. pp 153-170.
- Miranda F. y E. Hernández-X., 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28:291-279.

- Monroy, R., Colin, H., Boyas, D. J. 2000. Los sistemas agroforestales de Latinoamérica y la selva baja caducifolia en México. Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Cuernavaca Morelos, México. pp 127 – 132.
- Montagnini, F.; Prevetti, L; Thrupp, L; Beer, J; Borel, R; Budowski, G; Espinoza, L; Heuvel, J; Reiche, C; Russo, R; Salazar, R; Alfaro, M; Rojas, I; Berstch, F; Fernández, E; González, M; Alvim, R; Shahedazzaman, Md y Nichols, D. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. Organizaciones para estudios tropicales. 2da ed. San José, Costa Rica. pp 82 – 86.
- Montecinos, C. 1999. Todos lo Sabemos (O Deberíamos Saberlo). Monitor de Biotecnología y Desarrollo, Compendio 1995-1997, p. 45-46.
- Musálem S. M. A. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. 120 p.
- Nahed T. J., Muñoz M. A., Rosas A. F., Perezgrovas G. R., Soto P. L., Sanginés G. L., Grande C. D. y Pérez-Gil R. F. 2001. Experiencias orientadas al desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles en la región Maya-Tzotzil. Agroforestería para la producción animal en América latina. II memorias de la segunda conferencia Electrónica (Agosto de 2000 – Marzo de 2001). url: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4435S/y4435s00.HTM>. Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2011.

- Nair P.K.R. 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo sostenible (CADS). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. México. p. 25-27.
- NAS. 1977. *Leucaena* Promising forage and tree crop for the tropics National Academy of Sciences 2101 Constitution Av. Washington, USA. pp 204 – 220.
- NFTA. 1988. *Albizia lebbek* –A Promosing fodder tree for semi-Arid Regions. Nitrogen Fixing Tree Association. Waimanalo, Hi USA.
- Orcasberro R. y Fernández R. S. 1982. Los Forrajes en la alimentación ovina. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. 96p.
- Osman, A.M. 1981. Effects of cutting interval on the relative dry matter production of four cultivars of *Leucaena*. *Leucaena Research Reports*. 2:34.
- Palomo, J. S. 1980. Aprovechamiento del guaje (*Leucaena leucocephala*) Lam. De Wit. En pastoreo restringido sobre la ganancia animal en praderas de pasto estrella la africana. Tesis Maestría. Colegio superior de agricultura tropical. Rama de ciencia animal. Tabasco, México. 76 p.
- PCMREBIOSH. 2005. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. Comisión Nacional de Areas Protegidas. 207 p.

- Pérez, G. J. 1979. Leucaena: leguminosa tropical mexicana usos y potencial. Tesis Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. pp 6 – 36.
- Pérez L. H. 2003. Potencial de arboles y arbustos forrajeros en la Trinitaria, Chiapas, México. Tesis de Maestría. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. México. 122p.
- Petit J. 1994. Arboles y arbustos forrajeros. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida-Venezuela. 174p.
- Pezo, D. A. 1997. Sistemas silvopastoriles una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. Memoria Pastoreo intensivo en zonas tropicales 1er. Foro Internacional. FIRA. Veracruz, Ver. México. pp 1 – 34.
- Pound, B. y L. Martínez. 1983. Leucaena, su cultivo y utilización. Desarrollo de ultramar (ODA) de Londres. Republica Dominicana. 289p.
- Ramírez-Pulido J. y A. Castro-Campillo, 1990. Regionalización Mastofaunística. Atlas Nacional de México. Instituto de Geografía; UNAM, México.
- Ramón, A., y Téllez, F. 2006. Establecimiento de forrajeras en la sierra de Huautla Morelos. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia. Chapingo, México. 29 p.

- Robles, A. C. 1990. *Leucaena*: árbol de uso múltiple. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. pp 47–72.
- Román, M. L y Palma, J. M. 1996. Especies de importancia melífera en el Estado de Colima. IX Reunión de Avances en Investigación Agropecuaria, Manzanillo, Col. pp 97 – 104.
- Román, M. M. 1997. Determinación de altura inicial al pastoreo de *Leucaena leucocephala* en un banco de proteína para ovinos. Tesis Maestría. Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Colima, México. 70 p.
- Roothart R. L. 2000. The potential of indigenous and naturalized fodder trees and shrubs for intensive use in central Kenya. PhD Tesis, Wageningen University, Netherlands. 169p.
- Ruiz, T. E. y Febles G. 1998. Agronomía y manejo de la *Leucaena Leucocephala*. En: Curso internacional de Silvopastoreo. EEPF “Indio Hatuey”. Cuba. 18p.
- Ruiz, T. E.; Castillo, E.; Alonso, J. y Febles, G. 2008. Algunos factores que influyen en la producción de biomasa en ssp en el trópico. IV Reunión Nacional Sobre Sistemas Agro y silvopastoriles. Colima, México. pp 347 – 360.
- Rzedowski J., 1978. Vegetación de México. Limusa, México, 432 pp

- Sánchez C. A. A. 1996. Uso del follaje de arboles y arbustivas en la alimentación de ovinos, Contribución al desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles en los Altos de Chiapas. Tesis de Medico Veterinario Zootecnista. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Sánchez H. C. y M. L. Romero, 1992. Mastofauna silvestre del Ejido El Limón, Municipio de Tepalcingo, Morelos. Universidad: Ciencia y Tecnología 2:87-95.
- Sánchez M. D. 2002. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical (En Línea). <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Sanchez1.txt>.
- SAS, 2002. SAS User's Guide: Statistics (Release 8.02). SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.
- Secretaría de la Reforma Agraria, 1988. Listado General y completo. Catastro rural y regulación de la tenencia de la tierra. Morelos.
- Sheaffer J, Mendenhall A, Ott R (1987) Muestreo Estadístico. Editorial Latinoamericana. México. DF. 250 pp.
- Shelton, H. M. and J. L. Brewbaker. 1994. *Leucaena Leucocephala* – the most widely used forage tree legume. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. Guttiridge y M. Shelton (eds.). CAB International, pp: 15 – 29.

- Steel GDR, JH Torrie, DA Dickey. 1997. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. The McGraw-Hill Companies, Inc, pp 637.
- Szott, L.; Ibrahim, M. and Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba CATIE-DANIDA-6TZ. 71 p.
- Thapa B., Walker D. H. & Sinclair F. L. 1997. "Indigenous knowledge of the feeding value of tree fodder". Animal feed Science and Technology. No. 67. p 97-114.
- Toledo V. M., Batís A. I., Becerra R., Martínez E. y Ramos C. H. 1995. La selva útil: Etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. Interciencia. Núm. 20 (4): 177-187. url: <http://www.interciencia.org.ve>. Fecha de consulta 10 de noviembre de 2011.
- Uribe G. M. 2005. Apuntes del Curso "Sistemas agrosilvopastoriles". Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. 48p.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci. 74:3583-3597.
- Vidal Z. R., 1980. Algunas relaciones clima-cultivos en el Edo. Mor. Instituto de Geografía UNAM, México.

Villafuerte Z. L. 1993. Dos especies vegetales arbustivas con potencial forrajero en los Altos de Chiapas. II Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería con rumiantes menores. Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). San José, Costa Rica.

Villarruel F. M., N. C. Morales G., S. López O. y M. Santiz G. 2007. Paquete Tecnológico para el empleo *Guazuma Ulmifolia* Lam., una estrategia ecológica y productiva. In: XX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz. IX Simposio Internacional y IV Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. 19-21 de Noviembre, Boca del Rio, Veracruz. 5 p.