



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre



DEPARTAMENTO DE SUELOS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA
EL DESARROLLO SOSTENIBLE

PROPAGACIÓN EN CAMPO DE ESPECIES
ARBÓREAS DE USO
MÚLTIPLE EN LA SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

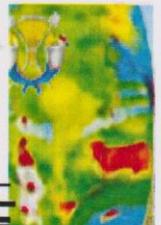


DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
COMISIÓN DE EXÁMENES PROFESIONALES

PRESENTA:

AYALA ARREOLA CLAUDIA BENITA

Chapingo México, junio de 2014

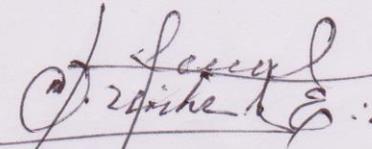


**PROPAGACIÓN EN CAMPO DE ESPECIES ARBÓREAS DE USO MÚLTIPLE
EN LA SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS**

Tesis realizada por **CLAUDIA BENITA AYALA ARREOLA** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

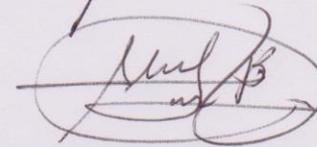
**MAESTRA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

DIRECTOR:



Dr. Miguel Uribe Gómez

CO-DIRECTOR:



Dr. Alejandro Lara Bueno

ASESOR:



Dr. Artemio Cruz León

DEDICATORIA

A dos grandes mujeres que marcaron el rumbo de mi existencia con su ejemplo de lucha y perseverancia a pesar de las adversidades enfrentadas en vida: **a mi madre Guadalupe y a mi hermana Isabel con toda mi admiración, respeto y cariño.**

A mi padre J. Diego por contribuir a mi superación personal.

A mis hermanos Margarita, María Elena, Josefina, Rey y Juan, gracias por su apoyo incondicional, paciencia, comprensión y empuje para terminar este ciclo de mi vida profesional.

A mis sobrinos Iván, Alexa, Karina, Dania, Uriel, Paul, Brian, Juan, Edwin, Diana, Emiliano, Ximena, Josué, Cami, Lupita y Dary, porque con sus sonrisas, travesuras y ocurrencias hacen que la vida sea lo que es... simplemente sencilla.

A mi tía Yeya, por su compañía y el cariño que siempre ha mostrado hacia nosotros.

A Leticia Ávila por sus buenos consejos y ayuda desinteresada.

Si comienza uno con certezas, terminará con dudas; más si se acepta empezar con dudas, llegará a terminar con certezas.

Sir Francis Bacon

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por prestarme estos momentos llamados vida y porque en ella me ha colmado de bendiciones y fortaleza para cumplir una más de mis metas profesionales ¡Gracias!.

Al pueblo de México porque gracias a sus contribuciones el CONACYT puede otorgar becas a estudiantes para realizar estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por seleccionarme como becaria para cursar los estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Departamento de Suelos. Gracias por darme las herramientas necesarias para forjarme como profesionista.

A la Coordinación del posgrado de la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible por el apoyo otorgado para la realización de esta investigación.

Al Dr. Miguel Uribe Gómez, por confiar en mí, en mi trabajo. Gracias por su gran apoyo, su orientación, por aportar parte de sus conocimientos y consejos, para la realización de esta tesis.

Al Dr. Alejandro Lara por su paciencia, por compartirme parte de sus conocimientos, por su amistad, ayuda, apoyo y por el tiempo dedicado para la estructura, revisión y culminación de este documento.

Al Dr. Artemio Cruz León por el apoyo brindado, sus buenos consejos y por dedicar tiempo a este trabajo

Al Dr. Juan Ayala Arreola por su apoyo y comentarios que me fueron de utilidad en esta experiencia.

Al Dr. Mateo Vargas Hernández por su acertada orientación al inicio de este proyecto.

A la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos especialmente a la bióloga María del Pilar Ayala García por las facilidades otorgadas para la obtención de plantas y semillas y consecuente desarrollo del presente trabajo.

Al personal del vivero de Ajuchitlán por toda la ayuda y facilidades prestadas para el desarrollo de este trabajo.

A la comunidad de Ajuchitlán Morelos, especialmente a Don Arnulfo Morán y familia, Rosalba, Ismael, Cándido, doña Juana, Diana. Gracias por su hospitalidad, apoyo y amistad.

A mis compañeros y amigos de la maestría generación 2012-2013, Cinthia, Rigo, Ranus, Chava, Bogard y Soro.

A mis amigos, Josefina A., Manuel Cantero, Melisa, Mónica, Roberto, Linora, Viri, Lili Cuapio, Luis Velásquez.

Y a todas aquellas personas con las que he compartido momentos especiales de mi vida. ¡¡Gracias a Todos!!

DATOS BIOGRÁFICOS

Claudia Benita Ayala Arreola nació el 17 de mayo de 1980 en Canatlán, Durango. La educación media superior la realizó en el Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo durante los años 1995-1998, los estudios de licenciatura los llevó a cabo en el Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo entre los años 1998-2002. Titulándose como Ingeniero en Planeación y Manejo de los Recursos Naturales Renovables el 2 de abril de 2003 con el trabajo de tesis titulado “Plan de manejo para venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) en la UMA los Romeros, Santiago Tulantepec, Hidalgo. En lo referente a su vida profesional se ha desempeñado como prestador de servicios profesionales para la empresa UNICEDER en Texcoco, Estado de México en el año 2002 evaluando el programa Plantaciones Forestales de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). En el año 2003 ingresó a la CONAFOR como Instructor de cursos para el desarrollo integral del silvicultor en el Estado de Quintana Roo y en 2011 se integró al personal de la Consultora Proselva Tropical de Quintana Roo como Prestador de servicios profesionales, desarrollándose en las áreas de valor agregado a la madera, UMAS y Compensación ambiental.

PROPAGACIÓN EN CAMPO DE ESPECIES ARBÓREAS DE USO MÚLTIPLE EN LA SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS

PROPAGATION OF TREE SPECIES OF MULTIPLE USES IN THE SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS

Claudia Benita Ayala Arreola¹ Miguel Uribe Gómez² Alejandro Lara Bueno³

RESUMEN

El establecimiento de árboles de usos múltiples en la Sierra de Huautla ha resultado poco exitoso por falta de información sobre las mejores formas de propagación en campo. Con el propósito de contribuir a la restauración de la flora de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, se realizó este estudio cuyo objetivo fue evaluar la sobrevivencia en campo de seis especies de árboles de uso múltiple con diferentes métodos de propagación. Las especies elegidas fueron: cuahulote (*Guazuma ulmifolia*), mata ratón (*Gliricidia sepium*), guaje rojo (*Leucaena esculenta*), tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis*), tepemezquite (*Lysiloma divaricata*), y palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*). Se establecieron dos experimentos: El primero fue en cultivo en callejones con las tres primeras especies y los métodos de propagación por semilla, planta de vivero y estaca; el segundo en pasturas en callejones se utilizaron las otras tres especies y los métodos de propagación semilla y planta de vivero. Los resultados indican que para los dos experimentos el método de propagación por planta de vivero es más efectivo. La propagación por semilla mostró buenos resultados excepto para el palo dulce, quien solo tuvo 28% de sobrevivencia. La propagación por estacas no es recomendable por la baja sobrevivencia mostrada.

Palabras clave: Árboles multipropósito, planta de vivero, propagación por semilla, estacas.

¹Tesista ²Director ³Co-director

ABSTRACT

The establishment of multipurpose trees in the Sierra de Huautla has been unsuccessful due to lack of information on the best ways to spread the field. In order to contribute to the restoration of the flora of the Biosphere Reserve Sierra de Huautla, the objective of this study was to evaluate survival in field of six species of multiple uses trees with different propagation methods. The multi-target species were: cuahulote (*Guazuma ulmifolia*), mata ratón (*Gliricidia sepium*), guaje rojo (*Leucaena esculenta*), tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis*), tepemezquite (*Lysiloma divaricata*), and palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*). Two experiments were established: the first was in alley cropping with the first three species and methods of propagation by seed, plant nursery and stake; in the second one the other three species and methods of seed propagation and plant nursery were used in pasture alley. The results indicated that for both experiments, the method of propagation by plant nursery is more effective. Propagation by seed showed good results except for the sweet post, which only had 28% survival. Propagation by cuttings is not recommended due to the low survival shown.

Keywords: Multipurpose trees, plant nursery, propagation by seed, cuttings.

Índice General

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. OBJETIVO GENERAL	4
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4. MARCO TEÓRICO	5
4.1. DEFINICIÓN DE AGROFORESTERÍA	5
4.1.1. Terminología agroforestal	8
4.1.2. Criterios de Clasificación Agroforestal	9
4.1.3 Descripción de las tecnologías agroforestales.....	10
4.2. TIPOS DE PROPAGACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS	13
4.2.1. Propagación sexual	13
4.2.2. La propagación asexual o vegetativa.....	18
4.3. CONCEPTO DE VEGETACIÓN	20
4.3.1. La vegetación en México	21
4.3.2. Importancia de la vegetación nativa	24
4.3.3. La importancia de considerar a la vegetación nativa en las reforestaciones	25
4.3.4. Propagación de arbustivas nativas	27
4.3.5. Categorías de uso de la vegetación en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla	28
4.4. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES ELEGIDAS.....	35
4.4.1. Cuahulote (Guazuma ulmifolia)	35
4.4.2. Mata Ratón (Gliricidia sepium).....	40
4.4.3. Palo Dulce (Eysenhardtia polystachya)	43
4.4.4. Tepehuaje (Lysiloma acapulcensis).....	46
4.4.5. Tepemezquite (Lysiloma divaricata)	48
4.4.6. Guaje rojo (Leucaena esculenta)	50
4.5 DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE INVESTIGACIÓN	52
4.5.1. Localización del estado de Morelos	52
4.5.2. Características generales de la Sierra de Huautla.....	52
4.5.3. Municipio De Tlaquiltenango Morelos	54
4.5.4. Comunidad de Ajuchitlán	55
5. METODOLOGÍA	66
5.1 SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	66
5.2 CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE LAS ESPECIES.....	66
5.3 OBTENCIÓN DE LAS PLANTAS Y SEMILLAS	68
5.3.1 Tratamiento antes de la plantación	68
5.3.2 Tratamiento pregerminativo para las semillas.	69
5.3.3 Corte y preparación de las estacas.....	70
5.4 ESTABLECIMIENTO	71
5.5 PLANTACIÓN.....	75

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	80
6.1 EXPERIMENTO I.....	80
6.1.1 Método de Propagación por Semilla	80
6.1.2 Método de propagación planta de vivero	85
6.1.3 Método de propagación por estacas	92
6.2 EXPERIMENTO II.....	95
6.2.1 Método de Propagación por Semilla	95
6.2.2 Método de propagación planta de vivero	99
7. CONCLUSIONES	105
EXPERIMENTO I	105
EXPERIMENTO II	105
8. LITERATURA CITADA.....	107
9. ANEXOS.....	113
ANEXO 1 SEMILLAS	113
ANEXO 2. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DEL ESTADO DE MORELOS AÑO 2013.....	115
ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DEL ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO 1	116
ANEXO 4. ESTABLECIMIENTO EXPERIMENTO II.....	118
ANEXO 5. RESULTADOS.....	119

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Consideraciones para definir Agroforestería.	6
Cuadro 2. Especies arbóreas sobresalientes de la Selva Baja Caducifolia.	28
Cuadro 3. Especies de plantas utilizadas como medicinales.....	30
Cuadro 4. Especies comestibles comúnmente utilizadas.	30
Cuadro 5. Especies utilizadas para construcción.....	31
Cuadro 6. Especies utilizadas como plantas ornamentales.....	33
Cuadro 7. Especies utilizadas como combustibles.	33
Cuadro 8. Especies utilizadas como forraje.	34
Cuadro 9. Especies frecuentemente utilizadas como cercos vivos.....	35
Cuadro 10. Diversidad de usos de las especies estudiadas.....	58
Cuadro 11. Comportamiento de la población en la comunidad de Ajuchitlán a través de los años.....	58
Cuadro 12. Tratamientos pregerminativos en semillas.....	70
Cuadro 13. Profundidad de siembra.	76
Cuadro 14. Variables evaluadas en cada tratamiento.	78
Cuadro 15. Periodos de toma de datos.	78
Cuadro 16. Promedios de alturas, diámetros y rebrotes de las plantas de vivero al momento del establecimiento.....	79
Cuadro 17 Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación de las especies arbóreas estudiadas	80
Cuadro 18. Supervivencia de las especies arbóreas establecidas por semilla.	82
Cuadro 19. Comportamiento de la altura, diámetro y número de rebrotes en las plantas establecidas por semilla.	84
Cuadro 20. Supervivencia de las especies arbóreas establecidas por planta de vivero	85
Cuadro 21. Incremento de altura en centímetros por periodo de las especies arbóreas establecidas por planta de vivero.	86
Cuadro 22. Comportamiento del diámetro basal (mm) de las especies arbóreas establecidas por planta de vivero en cuatro periodos de evaluación.....	87
Cuadro 23. Incremento en el número de rebrotes de las especies arbóreas después del establecimiento en campo	88
Cuadro 24. Interacción entre la especie y tratamiento para la variable altura al establecimiento.....	88

Cuadro 25. Interacción entre la especie y tratamiento para la variable altura al final de la investigación.....	89
Cuadro 26. Interacción entre la especie y tratamiento para la variable diámetro basal (mm) al establecimiento.	90
Cuadro 27. Interacción de la especie y tratamiento para la variable diámetro basal (mm) al último periodo de toma de datos.	90
Cuadro 28. Interacción entre la especie y tratamiento para el número de rebrotes al establecimiento.	91
Cuadro 29. Interacción de la especie y tratamiento para el número de rebrotes al último periodo de toma de datos.	92
Cuadro 30. Supervivencia de las especies arbóreas establecidas por estacas en cuatro periodos de evaluación	92
Cuadro 31. Promedios de altura de la planta y diámetro basal de las especies arbóreas establecidas por el método de estacas.....	93
Cuadro 32. Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación de las especies arbóreas estudiadas.	95
Cuadro 33. Número de plantas y porcentajes de supervivencia de las especies arbóreas establecidas por semilla.....	97
Cuadro 34. Comportamiento de la altura, diámetro y número de rebrotes en las plantas establecidas por semilla	98
Cuadro 35. Supervivencia de las especies arbóreas establecidas por planta de vivero	99
Cuadro 36 Incremento total en las variables medidas en el método de propagación por planta de vivero.....	100
Cuadro 37 . Interacción entre la especie arbórea y método de propagación la altura de la planta (cm) al establecimiento.....	101
Cuadro 38. Interacción entre la especie y tratamiento para la altura de la planta (cm) al final de la investigación.....	102
Cuadro 39. Interacción entre la especie arbórea y el método de propagación para el diámetro basal (mm) al establecimiento.....	102
Cuadro 40. Interacción entre la especie y tratamiento para el diámetro basal (mm) al final de la investigación.....	103
Cuadro 41. Interacción entre la especie y tratamiento para el número rebrotes al establecimiento.....	103
Cuadro 42. Interacción entre la especie y tratamiento para el número rebrotes al final de la investigación.....	104

Índice de figuras

Figura 1. Árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i>	36
Figura 2. Tronco, copa y hoja de la <i>Guazuma ulmifolia</i>	37
Figura 3. Árbol de <i>Gliricidia sepium</i>	40
Figura 4. Flores y hojas de la <i>Gliricidia sepium</i>	41
Figura 5. Árbol de <i>Eysenhardtia polystachya</i>	43
Figura 6. Árbol de <i>Lysiloma acapulcensis</i>	46
Figura 7. Árbol de <i>Lysiloma divaricata</i>	49
Figura 8. Árbol de <i>Leucaena esculenta</i>	50
Figura 9. Localización geográfica de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos (Gómez, 2008).....	54
Figura 10. Mapa de macrolocalización del ejido Ajuchitlán.....	56
Figura 11. Preescolar, primaria y telesecundaria de la comunidad de Ajuchitlán.	59
Figura 12. Iglesia católica de Ajuchitlán.....	60
Figura 13. Centro de salud comunitario.....	61
Figura 14. Ayudantía municipal de Ajuchitlán.....	63
Figura 15. Vivero de Ajuchitlán.....	65
Figura 16. Esquema del diseño experimental, cultivos en callejones.....	71
Figura 17. Terreno con aptitud agrícola.....	73
Figura 18. Esquema del diseño experimental, pasturas en callejones.....	74

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la propagación de los árboles y arbustos de uso múltiple es parte de la Agroforestería, la cual se encuentra en auge, ya que su práctica es considerada una opción viable para la sostenibilidad del entorno y para mitigar los efectos negativos de la desertificación y la sequía, además provee atributos para garantizar la subsistencia de la población a través de la combinación de cultivos (utilizados como alimento), ganado (utilizado para venta o consumo) y el componente leñoso que brinda más de un servicio dentro del sistema.

La Selva Baja Caducifolia (SBC) es un ecosistema predominante en el estado de Morelos, se caracteriza por la gran diversidad de especies forestales útiles, las cuales han sido tradicionalmente aprovechadas con fines de subsistencia, como leña, postes para cercos y construcción, forrajes, frutos comestibles, plantas medicinales, etc.

Este ecosistema ha sido fuertemente alterado debido al cambio de uso del suelo, principalmente para asentamientos humanos y establecimiento de cultivos agrícolas, zonas ganaderas y aprovechamientos de la especies arbóreas además de la ocurrencia de incendios, que sumado inciden en la erosión de los suelos.

El establecimiento de especies de uso múltiple arbóreas y arbustivas en la sierra de Huautla a través de la reforestación ha resultado poco exitosa principalmente por dos factores negativos que aquejan a la zona: la mala

distribución de las lluvias a lo largo del año y la escasa profundidad de los suelos.

Es por esto que resulta de vital importancia el conocer las especies nativas de mayor uso y la forma en la que éstas se propagan. Existen dos tipos de propagación en las plantas, el sexual y el asexual. Por semillas la descendencia es variable, pero por la propagación asexual la planta resultante tiene los mismos genes que la planta madre, es decir, es un clon. Muchas plantas tienen la capacidad de reproducirse asexualmente, ya sea por regeneración de órganos vegetativos como raíces y tallos. Entre los métodos asexuales más comunes se encuentran: propagación por bulbos, rizomas, tubérculos, estolones, hijuelos o macollos, acodos, estacas, e injertos.

En esta investigación se eligieron seis especies de uso múltiple comúnmente utilizadas por la población para estudiar el método de propagación más adecuado en términos de manejo que garantice la sobrevivencia en campo de las especies. Las especies se seleccionaron bajo el criterio de ser especies "multipropósito", esto es, importante por los servicios que prestan al ambiente, por proporcionar varios satisfactores al hombre y por presentar características prometedoras para emplearse en el diseño de tecnologías agroforestales que puedan incluirse en programas de restauración y reforestación en las diferentes áreas de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El establecimiento por reforestación de especies de uso múltiple, arbóreas y arbustivas, en la sierra de Huautla, al igual que en el resto del país ha resultado poco exitosa. Lo que es atribuible a diversas causas: época de plantación inadecuada, no se siguen las recomendaciones de literatura, mala calidad en la planta de vivero utilizada, introducción de especies consideradas exóticas, etc.

Esta problemática entre otras muchas causas se debe, a la falta de información técnica sobre propagación de especies nativas por diferentes métodos y a la inadecuada apreciación de su valor desde los puntos de vista ecológico, económico y social.

De acuerdo a lo anterior y, con el fin de apoyar la reproducción de plantas de interés, además de la restauración de la flora del ecosistema de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla es que se plantea este trabajo, cuyos objetivos se mencionan a continuación.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la sobrevivencia en campo, durante un ciclo de lluvias, de seis especies de árboles de uso múltiple propagados por diferentes métodos.

3.1. Objetivos específicos

- Seleccionar seis especies arbóreas de uso múltiple de acuerdo a su importancia y disponibilidad en semilla y vivero aptas para evaluar diferentes métodos de propagación.
- Integrar información bibliográfica para contar con una descripción de las características específicas de cada una de las especies seleccionadas y sus formas de propagación.
- Rescatar información de conocimiento tradicional, para la propagación de las especies.
- Evaluar estadísticamente los métodos de propagación utilizados para generar recomendaciones útiles a los productores de la región.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Definición de Agroforestería

El cultivo de los árboles y plantas agrícolas en la misma área, es una práctica ancestral que los agricultores han utilizado a través de la historia, un ejemplo de ello es la combinación de huertos familiares con el sistema de cultivo denominado roza-tumba y quema.

Sin embargo la aceptación del término agroforestería surgió en la década de los setentas como respuesta ante el deterioro de la situación alimentaria en muchos países en vías de desarrollo, la alarmante y acelerada deforestación de los ecosistemas provocado principalmente por el modelo de producción de esa época y la crisis energética de los años 70 que trajo como consecuencia el alza en los precios de los fertilizantes.

La agroforestería como tal es una ciencia multidisciplinaria en la que interactúan factores tecnológicos, sociales, ambientales, y económicos.

Algunas consideraciones para definir la asociación de cultivos, leñosas y animales como agroforestería, se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Consideraciones para definir Agroforestería.

Como ciencia	Como opción social	Como práctica productiva
Es interdisciplinaria e integradora, conjunta varias perspectivas.	Debe ser compatible con los hábitos de la población local.	Debe ser deliberada.
Requiere de un entendimiento de las relaciones biofísicas y socioeconómicas que se dan en ella.	No es una alternativa en sí, su optimización circunstancial la hace tal.	Debe estar presente al menos una especie leñosa.
		Gestiona en un mismo espacio de tierra, cultivos (herbáceos o arbustivos o arbóreos), o animales
		Intenta optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles en una primera instancia y en su ciclaje.
		Soportan un arreglo espacial o temporal.
		Objetiva la maximización del rendimiento en el largo plazo.
		Ofrece múltiples salidas.

Fuente: Carretero, 2008

Tomando en cuenta los factores antes mencionados los investigadores han desarrollado diferentes definiciones.

El ICRAF (1982) manifiesta su concepto de Agroforestería como un sistema de uso de la tierra en el que se combinan deliberadamente de manera consecutiva y simultánea, en la misma unidad de aprovechamiento de tierra, especies arbóreas perennes en cultivos anuales y/o animales, a fin de obtener una mayor producción.

Agroforestería es el nombre colectivo que se da a sistemas de uso de la tierra en los que leñosas perennes (árboles, arbustos, etc) crecen en asociación con plantas herbáceas (cultivos, pastos) y/o animales en un arreglo espacial, en rotación o ambos, y en los cuales hay interacciones, tanto ecológicas como económicas, entre los componentes arbóreo y no arbóreo del sistema (Nair, 1985).

Otras definiciones más recientes siguen haciendo referencia a las interacciones que se dan entre los elementos presentes en el sistema de producción.

Agroforestería es la disciplina y modalidad de uso productivo de la tierra, donde se presenta interacción espacial y/o temporal de especies vegetales leñosas y no leñosas, o especies vegetales leñosas, no leñosas y animales (Ospina, 2008).

La Agroforestería se puede considerar como la combinación multidisciplinaria de diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, garantizando a largo plazo una productividad aceptables y aplicando práctica de manejo compatibles con las habituales de la población local (Musálem, 2001).

Se trata del uso de una serie de técnicas que combinan la agronomía, la silvicultura y la zootecnia para lograr un adecuado manejo del conjunto y las interdependencias entre cada uno de sus elementos (CONAFOR, 2007).

Un elemento clave en la Agroforestería son los árboles de uso múltiple, definido como “árbol de uso múltiple aquel que desempeña varias funciones en el

sistema de producción, por ejemplo, la producción de madera, fruta, forraje, abono verde o sustancias medicinales y otro tipo de servicios, entre los que se incluyen sombra a las plantas y animales, control de la erosión, mejora de la infiltración del agua, fijación del nitrógeno de la atmósfera al suelo, setos vivos indicando los límites de los predios, cortinas rompevientos, eliminación de malezas e importancia socio-cultural que desempeña un árbol en algunas civilizaciones”. Si se reconoce que todos los árboles necesariamente producen madera, proveen de sombra y pueden estabilizar el suelo a través del sistema radical, se puede concluir que todos los árboles son virtualmente árboles de usos múltiples, sin embargo se considera que los árboles de usos múltiples son aquellos que se cultivan deliberadamente, se conservan o se manipulan para más de un uso, ya sea de servicio natural o de producción (Torquebiau, 1990).

4.1.1. Terminología agroforestal

- *Sistema agroforestal*: Los sistemas agroforestales definidos por Lundgren y Raintree (1982), son un nombre colectivo para una serie de sistemas y tecnologías de uso de la tierra donde especies leñosas (árboles, arbustos, palmas, bambúes, etc), son usadas deliberadamente en las mismas unidades de manejo de la tierra de cultivos agrícolas y/o animales, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal. El sistema agroforestal agrupa tecnologías agroforestales.

- *Tecnología agroforestal*: es el arreglo claro de componentes agroforestales, con ciertas disposiciones en el tiempo y espacio. Las

tecnologías agroforestales son las cercas vivas, árboles en linderos, etc (Ospina, 2008).

- *Práctica agroforestal*: es la asociación específica de componentes agroforestales, con disposiciones detalladas de especies, arreglo espacio-temporal y manejo silvoagropecuario particular de una cultura y localidad (MALC, 2004).

4.1.2. Criterios de Clasificación Agroforestal

La clasificación agroforestal, se realiza a partir de cuatro criterios complementarios: *estructural, funcional, ambiental y socioeconómico*. Los dos primeros son los que mayor interés y desarrollo han tenido (Ospina, 2003).

Criterio Estructural. El criterio estructural hace referencia a la naturaleza y acomodo espacio temporal de los componentes de la *tecnología agroforestal*. La naturaleza de los componentes son sus características biológicas. El acomodo es la organización horizontal de los componentes en el área de uso de la tierra.

Criterio Funcional. El criterio funcional hace referencia a los tipos de productos y servicios principales de las tecnologías agroforestales. La función principal se debe abordar dependiendo del propósito principal de la tecnología agroforestal en su conjunto. La propuesta clasificatoria funcional, aborda las tecnologías agroforestales, determinando si es productiva o de servicios, de acuerdo con la intencionalidad de cada una.

Criterio Ambiental. Hace referencia a la selección de las *tecnologías agroforestales*, de acuerdo con principios conservacionistas de los ecosistemas locales y regionales.

Criterio Socioeconómico. Es el nivel tecnológico y de producción de cada tecnología agroforestal. Se proponen las siguientes categorías y características de las tecnologías agroforestales:

4.1.3 Descripción de las tecnologías agroforestales

Cercas Vivas. Son varias líneas de especies leñosas (y algunas no leñosas), que delimitan una propiedad o parte de ella. Una cerca viva generalmente está asociada a cultivos agrícolas, pasturas o vegetación natural. Los productos más frecuentes son: forraje para el ganado, frutas de consumo humano, abonos verdes, madera, leña, áreas de sombreado para el ganado, control de la erosión eólica (Otárola, 1995).

Árboles en Linderos. Beer (1994) los define como especies leñosas que demarcan límites internos y externos entre lotes. Estos árboles pueden estar asociados a cultivos transitorios, permanentes, pasturas de corte o pasturas con animales. La función principal de los árboles en linderos, es demarcar límites. Además generan varios productos y servicios (frutas, maderas, forraje, sombra, embellecimiento de fincas, caminos y veredas, etc).

Barreras Rompevientos. Son una o varias líneas de especies leñosas (en algunos casos con no leñosas), ubicadas en dirección perpendicular al viento, asociadas a cultivos agrícolas, pasturas y animales. La función principal de las barreras rompevientos es proteger a los campos de cultivo y pasturas de los efectos erosivos y destructivos del viento, disminuyendo su fuerza, para lo cual éstas deben ubicarse perpendicularmente a la dirección de éste (Musálem, 1998). Otros servicios que ofrece son maderas, leña, forraje de corte, abonos verdes, frutas comestibles, fibras, etc; y prestar diversos servicios adicionales tales como plantas melíferas, diversificación del paisaje, entre otros.

Árboles en Contornos o Terrazas. Especies leñosas, en curvas de nivel o dispersos en terrazas, en áreas de ladera de distinta magnitud, que contienen el suelo con sus sistemas radicales, mientras bajo su cobertura se desarrollan cultivos agrícolas transitorios. Su función principal es retener el suelo, para evitar la erosión del mismo pueden brindar otros productos y servicios de gran utilidad (frutas, madera, leña, forraje, sombra) (Rivas, 2005).

Tiras de Vegetación en Contornos. Fajas de especies leñosas (en algunos casos con no leñosas), plantadas en contorno de pendientes, asociadas generalmente a cultivos agrícolas o pasturas. La función principal de las tiras es proteger el suelo de la erosión hídrica, en zonas de pendientes moderadas. Adicionalmente producen frutos, leña, forraje, abonos verdes y plantas aromáticas, además de diversificar el paisaje y brindar alimento y refugio a la fauna silvestre (Ospina, 2003).

Árboles en Pasturas. Consisten en especies leñosas dispersas (solitarias o agrupadas) en pasturas, con pastoreo directo o cortes periódicos. Las especies leñosas son generalmente árboles, palmas y/o arbustos sembrados o espontáneos, asociados a pasturas naturales o artificiales, regularmente con ganadería mayor o menor. La función principal es aumentar la productividad, mediante la provisión suplementaria de forraje fresco y sombrero a los animales. Además, los árboles y arbustos proveen madera, leña, frutas, y prestan otros servicios, entre ellos fijar nitrógeno atmosférico, mejorar las condiciones del suelo, regular el microclima local, diversificar el paisaje, ofrecer refugio y alimento a la avifauna (Gómez *et al.*, 1995).

Árboles en Cultivos Transitorios. Especies leñosas dispersas en campos destinados a cultivos agrícolas transitorios. La función principal de esta tecnología agroforestal es mejorar las condiciones microclimáticas y del suelo, que favorezcan el desarrollo de los cultivos. Esto lo logran mediante el sombrero durante los meses de intensa sequía y conservación de la humedad y el aporte de materia orgánica al suelo y/o fijación del nitrógeno atmosférico. Las especies leñosas adicionalmente generan abono verde, leña, madera, frutos, forrajes de corte, estructuras melíferas y, cumplen además con servicios de mejora del paisaje de las fincas, control biológico y tutores de cultivos (Montagnini, 1986).

Árboles en Cultivos Permanentes. Son especies leñosas de mediano y gran porte, asociadas a cultivos agrícolas permanentes. Estas asociaciones son frecuentes en cultivos tradicionales de café, cacao, plátano, banano, té. La

función principal de esta tecnología agroforestal es mantener o mejorar la productividad del sistema, mediante la mejora de las condiciones climáticas, equilibrio biológico y fertilidad del suelo. Adicionalmente, brinda otros productos y servicios (forraje, frutos, maderas, leña, estructuras melíferas, diversificación del paisaje) (Durango, 1990).

4.2. Tipos de propagación de especies arbóreas y arbustivas

La propagación de árboles y arbustos ha sido ampliamente reconocida como una práctica fundamental en el campo de las ciencias agrícolas. Existen básicamente dos tipos de propagación: sexual y asexual.

4.2.1. Propagación sexual

Las semillas son el medio natural que utilizan las plantas para reproducirse, dispersarse y perpetuarse en el medio (Carretero, 2008). La semilla es por lo tanto portadora del material genético y un mecanismo de mutación y evolución de las especies por procesos de recombinación genética. Una de las funciones importantes de las semillas es reconocer si las condiciones del ambiente son favorables para su propagación, de lo contrario ésta puede suspender su crecimiento hasta que se den las condiciones ambientales necesarias (Huerto Urbano, 2012).

4.2.1.1. Aspectos importantes de las semillas

Viabilidad de la semilla: La viabilidad de un lote de semillas, hace referencia a su capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables. La viabilidad se ve afectada por la temperatura y la

humedad: las semillas expuestas a altas temperaturas y a alta humedad van perdiendo viabilidad (Huerto urbano, 2012).

Dormancia o Latencia: No todas las semillas que no germinan están necesariamente muertas. Esto se debe a que las semillas pueden estar en estado de dormancia. La dormancia es un mecanismo que inhibe que las semillas germinen ante las primeras condiciones favorables o para que éstas puedan germinar en varios años más tarde (Rodríguez y Duryea, 2003).

4.2.1.2. Almacenamiento y cuidados

En la actualidad se distinguen dos tipos de semillas (De Luca, 2010).

1.- Ortodoxas. Semillas que pueden secarse hasta un contenido de humedad (CH) bajo, de alrededor del 5 por ciento (peso en húmedo), y almacenarse perfectamente a temperaturas bajas o inferiores a 0°C durante largos períodos.

2. Recalcitrantes. Son aquellas que en su maduración tienen un alto contenido de humedad, entre un 90% y un 40%, por lo que admiten para su almacenamiento un secado que mantenga entre 25% y 80% de humedad, pudiendo perder su viabilidad con contenidos en agua inferiores al 20% o 30%. Consecuentemente, no resisten bajas temperaturas, hasta -3°C, el proceso de secado tiene el fin de disminuir el contenido de humedad de las semillas antes de almacenarlas, ya que mientras menos sea la humedad con que son almacenadas mayor será su viabilidad. Como la alta temperatura también

afecta la viabilidad de las semillas, el único momento en que podemos exponer a las semillas a mayores temperaturas es en el secado (Carretero, 2008).

Después del secado las semillas deben conservarse en un lugar fresco con sombra y baja humedad. El ideal sería a 4°C (temperatura de la parte baja del refrigerador) Envases de vidrio o metálicos son preferibles a los envases de papel o plástico. Antes de guardar, etiquetar bien la semilla, informando sobre la especie, variedad, fecha de recolección, almacenaje y algún otro dato sobre manejo especial u otro (Huerto Urbano, 2012).

4.2.1.3. Tratamientos pregerminativos

Los tratamientos pre-germinativos son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas semillas, tal que, estando vivas no son capaces de germinar, sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas (Varela y Arana, 2011).

Efectos de los tratamientos pre-germinativos

- Estimulan la germinación
- Rompen latencia física o fisiológica
- Producen plántula homogéneas en menos tiempo
- Reduce costos
- Evita riesgos
- Optimiza el uso de insumos
- Evita la pérdida de semillas

De acuerdo con De Luca (2010), los tratamientos para eliminar la latencia son:

Estratificación: Consiste en colocar las semillas embebidas en agua, en capas o estratos húmedos, usando como sustrato arena. El período de estratificación varía según la especie.

- Cálida. Si la estratificación se realiza a temperaturas altas (22 a 30°C).
- Fría. Si la estratificación se realiza a temperaturas bajas (0 a 10°C).

Escarificación: Es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases.

- Mecánica. Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo. Si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o combinados con arena gruesa o grava.
- Húmeda con agua caliente. Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 77 y 100°C. De inmediato se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento.
- Con ácido. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Durante el período de tratamiento las semillas

deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. El tiempo de tratamiento varía según la especie. Al final del período de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles el restante.

Lixiviación: El propósito es remover los inhibidores remojando las semillas en agua corriente o cambiándoles el agua con frecuencia. El tiempo de lixiviación es de 12 a 24 horas.

Combinación de tratamientos: Se utiliza en semillas de especies que tienen más de un tipo de letargo.

Hormonas y otros estimulantes químicos: Existen compuestos que sirven para estimular la germinación, entre los más usados están: nitrato de potasio, tiourea, etileno, ácido giberélico (GA₃), citokininas, entre otros. Todo este tipo de sustancias se emplean a diferentes concentraciones y tiempos de remojo, dependiendo de la especie de que se trate.

Imbibición en agua a temperatura ambiente: Se utiliza en semillas sin dormancia, para homogenizar el proceso de germinación.

4.2.2. La propagación asexual o vegetativa

La propagación vegetativa, se define como la multiplicación de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces tallos, ramas, hojas) (Rojas *et al.*, 2004).

En la propagación asexual no hay recombinación de gametos y la planta que se obtiene es un clon de la planta madre, o sea tiene exactamente todas sus características. Existen algunas especies que no producen semillas viables por lo que la única forma de propagarlas es vegetativamente. Cuando las especies se propagan de forma vegetativa se mantiene la varianza genética aditiva porque existe un gran número de genes favorables que controlan un carácter; también se mantiene la ganancia genética no aditiva donde se dan interacciones en combinaciones específicas de genes y solo puede transmitirse por propagación vegetativa o por cruzamientos homocigóticos (López y Carazo, 2005). Debido a las ventajas genéticas de la reproducción asexual, se usa para el establecimiento de huertos semilleros, bancos clónales, para la propagación de especies amenazadas y para propagar plantas seleccionadas a gran escala (PNUMA, 2002).

4.2.2.1. Ventajas y desventajas de la propagación vegetativa

Baldini (1992), indica que los procedimientos de propagación vegetativa ofrecen dos ventajas substanciales con respecto a la propagación por semillas: la primera, es la obtención de plantas que no tienen que superar un largo periodo juvenil y que pueden, por tanto, comenzar a fructificar bastante precozmente; y

la segunda, es el originar descendencias homogéneas desde el punto de vista genético e idénticas a la planta de la que se tomó el material de propagación. Por el contrario y como desventaja, a estas descendencias agámicas se les transmite las eventuales enfermedades virales de las cuales las plantas madres pueden estar afectadas.

4.2.2.2. Técnicas de propagación asexual o vegetativa

Por estacas y esquejes: Se corta de la planta madre un pedazo de tallo para colocarlo en condiciones ambientales favorables e inducirlo a que forme raíces, formándose una planta nueva, independiente e idéntica a la madre. Pero antes de proceder a la propagación vegetativa, se deben considerar (PNUMA, 2002):

- a) Elegir plantas sanas vigorosa que crezcan a pleno sol y normales, dado que el resultado de las estacas son plantas idénticas a las que dan origen en importante evitar plantas dañadas por heladas o sequías, desfoliadas por enfermedad o insectos, malnutridas o excesivamente vigorosas.
- b) No cortar estacas o esquejes que vienen del interior de la planta o de las partes sombrías de ésta. La estaca o esqueje no debe tener entrenudos largos o de ramas débiles. Los mejores son lo que vienen de la parte basal o central del árbol o arbusto.
- c) Obtener segmentos de tallos o ramas que posean yemas.
- d) Los cortes basales deben ser rectos y los superiores en 45° (diagonal) para evitar el apozamiento de agua en la parte superior del tallo y con ello pudriciones.

- e) Las estacas o esquejes se ponen en el sustrato, idealmente en una posición de 45° para que haya una distribución de las hormonas de crecimiento a lo largo de toda la estaca.
- f) Dejar 1/3 de la estaca o esqueje bajo sustrato, idealmente con yemas bajo el sustrato.
- g) Tomar en cuenta la edad de la planta madre, estado fenológico y la época del año en que se obtiene el material vegetativo.
- h) Estado nutrimental e hídrico. En las plantas hay presencia de auxinas, citocininas y giberelinas que se trasladan de una parte de la planta a otra; estas hormonas ayudan en la inducción de raíces. La edad de la planta madre, su estado fenológico así como la época en que se obtiene el material vegetativo influye en la presencia o ausencia de estos compuestos orgánicos

Las estacas son el material vegetativo más utilizado en la propagación de especies con fines de restauración ecológica o aprovechamiento agroforestal. Es necesario que el material tenga una alta concentración de savia para generar los primordios de raíz, que en plantas leñosas pueden originarse en el floema secundario de los radios vasculares o del cambium (PNUMA, 2002).

4.3. Concepto de vegetación

La vegetación se define como un conjunto de especies vegetales asociados por el aspecto o fisionomía, condicionadas por las características ambientales de un lugar determinado. Existe una estrecha relación entre la vegetación y el clima;

tiene tanta importancia que inclusive se llega a dar nomenclatura a los climas según el tipo de vegetación que crece en la zona donde ellos imperan.

El concepto de vegetación es más amplio que "Flora" la cual se refiere exclusivamente a la composición de especies. Quizás el sinónimo más cercano es la comunidad de plantas, pero la vegetación, puede y suele hacer referencia a una amplia gama de escalas espaciales que flora, incluyendo escalas tan grandes como la global.

4.3.1. La vegetación en México

El crecimiento de la población aunado a los servicios que esta requiere para su subsistencia han derivado en consecuencias negativas sobre el entorno ambiental el más evidente es la desaparición de la cobertura vegetal. A pesar de que nuestro país se encuentra ubicado entre los doce países megadiversos no se ha procedido con las medidas adecuadas para el manejo de la vegetación y la fauna, siendo algunas de las causas principales de la alteración ecológica las actividades primarias, como la agricultura y la ganadería y, no menos importantes, ciertos aprovechamientos forestales (Benítez *et al.* 2004). La vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones en un tiempo relativamente corto, muy pocas áreas del territorio nacional contienen aún comunidades ecológicas inalteradas (Vázquez-Yanes *et al.* 1999). La Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU) en su Plan de Acción para combatir la desertificación en México de 1994, menciona que a partir de los años cuarenta, la vegetación natural ha sufrido cambios considerables, producto de las concesiones para la explotación de los recursos, así como del cambio en el uso

de la tierra. Las principales causas de la transformación de las áreas naturales han sido las actividades agropecuarias, el mal manejo de los pastizales y la tala excesiva con diferentes fines. Dentro de los factores indirectos se tiene a las industrias altamente contaminantes (petrolera, termoeléctrica, química, etc.) y el crecimiento acelerado de la población. La Carta de uso actual del suelo y vegetación Serie III, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2005) describe el estado de la cubierta vegetal del país al año 2002. De acuerdo con esta carta, en el 2002, 72.58% del país aún estaba cubierto por comunidades naturales en diferentes grados de conservación; el restante había sido convertido a terrenos agrícolas, ganaderos, urbanos y otras cubiertas antrópicas. El hecho de que casi tres cuartas partes del territorio nacional aún conservaran vegetación natural no significa que permanecieran inalteradas por el hombre según esta misma evaluación, sólo 50.8% del territorio nacional (70% de la vegetación remanente) conservaba vegetación primaria (es decir, que aún no presentaba perturbación importante), siendo las selvas las que habían experimentado la perturbación más extensiva, ya que sólo 35% de éstas (en superficie) se mantenían como selvas primarias. A manera de comparación, de acuerdo con el reporte más reciente sobre los recursos forestales del mundo (FAO, 2005) de los bosques actuales sólo 36% son bosques primarios.

Según el informe de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) presentado en el 2005, de la superficie del país que aún conserva vegetación natural, los matorrales constituyen la formación

predominante (26.2% del total del país); de ellos, al menos 8% son secundarios, y esta cifra podría ser mucho mayor si se considera que en muchos lugares los matorrales son sujetos a ganadería extensiva que frecuentemente modifica la composición por especies; sin embargo, también el informe menciona que este tipo de perturbación sólo puede ser detectada mediante detallados muestreos de campo por lo que no se cuenta con cifras de su impacto a nivel nacional. En conjunto, los bosques y selvas ocupan 33.8% del territorio nacional, ocupando extensiones similares cada uno de ellos. Sin embargo, la superficie cubierta por selvas primarias es considerablemente menor que la de los bosques primarios 11.1 y 22.1 millones de hectáreas, respectivamente (SEMARNAT, 2005).

En el mismo informe hecho por la SEMARNAT en el año 2005, en el capítulo 2, menciona que los estados que conservan una mayor superficie con vegetación natural (independientemente de su grado de conservación) son Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Quintana Roo y Sonora, con más de 80% de su territorio. En contraste, en el Distrito Federal, Estado de México, Michoacán, Morelos, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz, la vegetación natural cubre menos de 35%. El grado de conservación de la vegetación muestra diferencias muy grandes al interior del país; mientras que en Baja California, Baja California Sur y Coahuila menos del 10% de su cubierta vegetal es secundaria, en los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Morelos, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán, es más del 60%. Los estados que han sufrido una transformación más extensiva de sus ecosistemas naturales para dedicarlos a

actividades agrícolas y pecuarias son Tabasco, Tlaxcala y Veracruz (SEMARNAT, 2005).

4.3.2. Importancia de la vegetación nativa

Antes de conocer la importancia de la vegetación nativa es trascendental saber cómo la definen algunos autores por ejemplo: para Hernández (2001), es “La comunidad de plantas definida por su fisonomía o el aspecto que le dan las formas de vida dominantes (árboles, arbustos o hierbas), por su afinidad geográfica y por características indicativas como alturas, fenología, espinas, tipos de tallos, arreglos de hojas”. Hernández y Martínez (1995) mencionan “la vegetación nativa conforma los hábitats para la supervivencia y mantenimiento de las diferentes especies animales, además de ser una parte estructural de los ecosistemas”.

Tomando en cuenta las definiciones dadas por los conocedores del tema, se podría concluir que la importancia de la vegetación nativa radica en que provee de muchos servicios ambientales, como la regulación del clima, el mantenimiento de la composición atmosférica, el secuestro de carbono y la producción de oxígeno, también preserva el suelo de la erosión y regula el ciclo hidrológico a escala local (contribuye a la captación de agua y previene inundaciones). Además, conserva un extenso “almacén genético”, reservorio de la diversidad biológica. Este almacén mantiene sistemas productivos de varios sectores de la población humana, contiene un gran número de especies potencialmente útiles para el hombre y es el hábitat de la vida silvestre. El uso

de la vegetación para recreación y esparcimiento es otro de los servicios que proporciona, además, no necesita de manejo para su mantenimiento y por lo tanto no requiere de inversión. En los bosques de especies nativas existe un “equilibrio biológico” bajo condiciones naturales, y el ataque de enfermedades y agentes destructivos raras veces alcanza grandes proporciones, el daño se limita a árboles viejos o débiles.

4.3.3. La importancia de considerar a la vegetación nativa en las reforestaciones

La restauración ecológica, de acuerdo a González (2007) es el conjunto de prácticas realizadas en ambientes degradados, encaminados a favorecer su retorno lo más fielmente posible a las condiciones en las que estaba antes de sufrir alteraciones lo cual según el mismo autor resulta difícil lograr.

La restauración ecológica que actualmente practican organismos como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), Gobiernos estatales y otras dependencias de índole federal tiene alcances similares a los de los programas de reforestación, es decir, se limita a la introducción de especies, sin dar seguimiento al establecimiento y sobrevivencia. En México, las prácticas de reforestación han empleado principalmente especies exóticas, debido al desconocimiento de la ecología de las especies nativas (Benítez *et al.*, 2004).

Este empleo de especies de árboles exóticos mundialmente conocidos y algunas especies nativas biológicamente mal conocidas, en los programas de reforestación desarrollados por los gobiernos estatales, el ejército y las dependencias del gobierno federal ha impedido que se tenga algún éxito (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999). Por ello, la autora de la presente tesis considera necesario realizar difusión de las investigaciones relacionadas con la importancia ecológica, económica y social de las especies nativas por región.

Vázquez-Yanes *et al* (1999), recomiendan que las plantas valiosas para la restauración y la reforestación debieran presentar las siguientes cualidades:

- Ser de fácil propagación.
- Resistir condiciones limitantes (baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, salinidad).
- Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica como hojarasca.
- Tener alguna utilidad extra a su efecto restaurador.
- Nula tendencia a adquirir una propagación de maleza, invasora, incontrolable.
- Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes en el suelo.
- Que tiendan a favorecer el establecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas.

En la actualidad hay organismos internacionales y nacionales que se han dado cuenta que no hay mejor forma de realizar reforestación o restauración ecológica que utilizando especies nativas, por ejemplo, en nuestro país la SEMARNAT, la CONAFOR y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), han publicado diversos documentos sobre especies nativas para “Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación”, realizada en el periodo de 1996-1998, la cual incluye monografías de 233 especies leñosas nativas, principalmente especies tropicales, de México y diferentes estados de la República Mexicana, desde ambientes templados como áridos y semiáridos. El Instituto Nacional de Ecología (INE) también ha elaborado algunos manuales para la reproducción de plantas útiles; así como la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL) quienes, junto con la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), publicaron un manual para la reforestación con especies nativas por región.

4.3.4. Propagación de arbustivas nativas

La propagación de arbustivas nativas se ha relegado, puesto que hubo más interés en propagar especies de climas ajenos como coníferas, frutales o exóticas, estas últimas utilizadas principalmente como ornamentales. Por ejemplo para la sierra de Huautla, hubo mayor interés por propagar especies de clima templado que las propias de la Selva Baja Caducifolia (SBC), ya que se creyó que con ellas el productor obtendría mayores beneficios (González , 2007)

Se cree que el origen de esta problemática radica probablemente, en la falta de información técnica sobre la propagación de especies nativas de la SBC, y a la inadecuada apreciación de su valor forestal desde los puntos de vista ecológico, económico y social (Cervantes y Sotelo, 2002). De acuerdo a lo anterior, y con el fin de apoyar la restauración de la flora de este ecosistema, el INIFAP, a través del Campo Experimental Zacatepec, encargó al Programa de Plantaciones Forestales la elaboración de las Guías Técnicas para la propagación de las siguientes 10 especies sobresalientes de la SBC Cuadro 2, para propiciar su producción y aprovechamiento controlado.

Cuadro 2. Especies arbóreas sobresalientes de la Selva Baja Caducifolia.

Nombre común	Nombre científico
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>
Tehuixtle	<i>Acacia bilimekii</i>
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i>
Tepemezquite	<i>Lysiloma divaricata</i>
Cubata	<i>Acacia cochliacantha</i>
Cuahulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>
Chapulixtle	<i>Dodonaea viscosa</i>
Cuachalalate	<i>Amphipterygium adstringens</i>

Fuente. Cervantes y Sotelo 2002.

4.3.5. Categorías de uso de la vegetación en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla

El número de plantas vasculares reportado para la sierra de Huautla es de 742, de las cuales, 646 son silvestres (87.06%) y 96 (12.93%) son cultivadas en la

región. Del total de las especies inventariadas en la tesis de Maldonado (1997), se detectaron 421 con utilidad local que corresponde al 56.73% y de acuerdo a los pobladores éstas satisfacen necesidades básicas de salud, alimentación, vivienda, construcción, instrumentos de labranza, enseres domésticos, así como para fines ornamentales, ceremoniales artesanales y forrajeros, entre otros.

Maldonado (1997) hace referencia a que, por la forma de vida, el mayor número de especies corresponde a las herbáceas (47%), luego los árboles con un 36% y por último los arbustos con 17%. Asimismo, las especies útiles están comprendidas en 101 familias botánicas, 292 géneros y 421 especies; las familias con mayor número de especies útiles son: *Fabaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae*, *Solanaceae*, *Cactaceae* y *Euphorbiaceae*.

Medicinales. Incluye 300 especies correspondientes al 71.25% total de las especies útiles. Entre las enfermedades más frecuentes que son atendidas con especies medicinales de la región se encuentran las correspondientes al aparato digestivo, piel, sistema urinario, aparato respiratorio y aparato reproductor. La cultura y tradición de utilizar plantas medicinales data desde tiempo muy antiguos y hasta la fecha los pobladores mencionan que les son de gran ayuda puesto que aunque las comunidades cuentan con servicio médico éste se utiliza de manera esporádica. En el Cuadro 3 se reportan algunas plantas medicinales que se utilizan para las enfermedades o padecimientos más comunes en la comunidad de Ajuchitlán.

Cuadro 3. Especies de plantas utilizadas como medicinales.

Nombre común	Nombre científico	Enfermedad	Parte utilizada
Cuachalalate	<i>Amphipterigium adstringens</i>	Úlceras, gastritis, lavar heridas, tos y pulmón.	Corteza y fruto
Cuatecomate	<i>Crescentia alata</i>	Tos, dolor del pulmón, dolor de oído	Flor y fruto
Cazahuate	<i>Ipomoea arborescens</i>	Piquete de alacrán, mordedura de víbora	Corteza
Cubata	<i>Acacia cochliacanta</i>	Piquete de alacrán, enfermedad del riñón	Corteza
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Diarrea, disentería, empacho, lavar heridas, mal de orín, cálculos renales	Corteza
Mata rata	<i>Gliricidia sepium</i>	Salpullido, granos, gangrena, sarna, ictericia, fiebre, mal de aire, dolor de cabeza	Corteza, hojas
Guaje rojo	<i>Leucaena esculenta</i>	Dolor de estómago, indigestión	Semilla
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Diarrea, amacizar los dientes	Corteza

Fuente: Maldonado, 1997.

Comestibles. Para la región se reportan 122 plantas que corresponden al 28.97% del total de especies útiles, de las cuales 44 (36.06%) son cultivadas. las plantas silvestres son colectadas en las diferentes épocas del año y la parte que se utiliza varía dependiendo de las costumbres que presente la comunidad. En el Cuadro 4 se presentan algunas especies utilizadas como comestibles.

Cuadro 4. Especies comestibles comúnmente utilizadas.

Nombre común	Nombre científico	Parte utilizada
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Fruto
Ciruelo	<i>Spondia Spondia purpurea</i>	Fruto
Chirimoyo	<i>Annona cherimola</i>	Fruto
Guanabana	<i>Annona muricata</i>	Fruto

Pápalo	<i>Porophyllum ruderale ssp</i>	Hojas
Cuatecomate	<i>Crescentia alata</i>	Semilla
Cirián, Jícara	<i>Crescentia cujete</i>	Semilla
Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i>	Fruto
Papayo	<i>Carica papaya</i>	Fruto
Bonete	<i>Jacaratia mexicana</i>	Fruto
Sandía	<i>Citrulus lanatus</i>	Fruto
Zapote negro	<i>Diospyros ebenaster</i>	Fruto
Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Semillas
Zompantle	<i>Erythrina americana</i>	Flores
Guaje rojo	<i>Leucaena esculenta</i>	Semillas, hojas tiernas
Guaje blanco	<i>Leucaena leucicephala</i>	Semilla
Cuachalalate	<i>Amphipterigium adstringens</i>	Fruto tierno
Nanche	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Fruto
Guayaba	<i>psidium guajava</i>	Fruto
Mamey	<i>Pouteria sapota</i>	Fruto
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	Fruto

Fuente: Maldonado 1997.

Construcción. El número de especies reportadas es de 77 y corresponden al 18.28% de las especies útiles reportadas; la parte de las plantas que presenta mayor utilidad son los tallos. En el Cuadro 5 se presentan algunas de las especies y las partes de éstas que son comúnmente utilizadas por los habitantes de la reserva para la construcción.

Cuadro 5. Especies utilizadas para construcción.

Nombre común	Nombre científico	Parte utilizada	Usos
Tepemezquite	<i>Lysiloma divaricata</i>	Tallo	Horcones para casa postes

Tlamiyahual	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Tallo	Yugo, timón del arado
Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i>	Tallo	Postes
Cuatecomate	<i>Crescentia alata</i>	Tallo	Yugos, justes
Cirián	<i>Crescentia cujete</i>	Tallo	Yugo, justes
Pochote	<i>Ceiba parviflora</i>	Tallo	Postes
Pitahayo	<i>Stenocereus stellatus</i>	Haces vasculares lignificados	Techos de casa
Cacahuananche	<i>Licania arbórea</i>	Tallo	Vigas
Zompantle	<i>Erythrina americana</i>	Tallo	Fustes y mangos para herramientas
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Tallo	Postes
Mata rata	<i>Gliricidia sepium</i>	Tallo	Bajareque
Quebracha	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Tallo	Horcones
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tallo	Horcones para casa, vigas, tablas
Tepemezquite	<i>Lysiloma divaricata</i>	Tallo	Horcones para casa, postes
Tecolhuixtle	<i>Mimosa bentharii</i>	Tallo	Postes
Cuahulote	<i>Guazima ulmifolia</i>	Tallo	Morillos, manceras y yugos
Ahuehuate	<i>Taxodium mucronatum</i>	Tallo	Vigas, horcones para casa

Fuente: Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra De Huautla 2005

Ornamental. Se reportan 69 especies que corresponden al 16.38%; generalmente son cultivadas en huertos familiares o patios. En el Cuadro 6 se presenta un resumen de especies que son las que se utilizan con frecuencia como ornamentales.

Cuadro 6. Especies utilizadas como plantas ornamentales.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Cacaloxochitl	<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae
Cazahuate	<i>Ipomoea arborescens</i>	Convolvulaceae
Ayoyote	<i>Thevetia thevetiodes</i>	Apocynaceae
Clavelillo	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae
Flor de mayo	<i>Plumeria acutifolia</i>	Apocynaceae
Ninfa	<i>Vinca rosea</i>	Apocynaceae
Margarita	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	Asteraceae
Dalia	<i>Dahlia coccinea</i>	Asteraceae
Santa Teresa	<i>Montanoa grandiflora</i>	Asteraceae
Tulipán amarillo	<i>Tabebuia millsii</i>	Bignoniaceae
Olinalé	<i>Bursera aloexylon</i>	Burseraceae
Noche buena	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Euphorbiaceae
Orquídea	<i>Bauhinia variegata</i>	Fabaceae
Bugambilia	<i>Bougainvillea glabra</i>	Nyctaginaceae
Flor de pasión	<i>Passiflora edulis</i>	Passifloraceae
Bambú	<i>Bambusa vulgaris</i>	Poaceae
Rosa de castilla	<i>Rosa centifolia</i>	Rosaceae
Floripondio	<i>Brugmancia candida</i>	Solanaceae

Fuente. Maldonado 1997.

Combustible. En la región, la extracción de leña es una actividad muy desarrollada, ya que según el INEGI para el año 1991 el 75% de las amas de casa utilizaban este tipo de combustible (Maldonado, 1997). En el Cuadro 7 se presenta un resumen de las especies más utilizadas para este propósito.

Cuadro 7. Especies utilizadas como combustibles.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Ciruelo	<i>Spondia purpurea</i>	Anacardiaceae
Cuatecomate	<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae

Copal Chino	<i>Bursera bipinnata</i>	Burseraceae
Copal	<i>Bursera copallifera</i>	Burseraceae
Copal Liso	<i>Bursera glabrifolia</i>	
Cazahuate	<i>Ipomoea wolcotiana</i>	Convolvulaceae
Tehuixtle	<i>Acacia bilimekii</i>	Fabaceae
Cubata	<i>Acacia cochliacantha</i>	Fabaceae
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	Fabaceae
Guayacán Blanco	<i>Conzattia multiflora</i>	Fabaceae
Palo Dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Fabaceae
Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae
Mata Rata	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
Palo Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Fabaceae
Guaje Rojo	<i>Leucaena esculenta</i>	Fabaceae
Guaje Blanco	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Fabaceae
Tepemezquite	<i>Lysiloma divaricata</i>	Fabaceae
Tecolohuixtle	<i>Mimosa benthamii</i>	Fabaceae
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	Fabaceae
Zopilote	<i>Swietenia humilis</i>	Meliaceae
Cuahulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae

Fuente. Maldonado 1997.

Forrajeras. Se contemplan 40 especies correspondientes al 9.5%, cuyas hojas o frutos son utilizadas como forraje de animales domésticos, algunas de ellas son fomentadas en los potreros para ser aprovechadas por el ganado a través del ramoneo. El Cuadro 8 presenta seis especies que son de las más utilizadas como forraje.

Cuadro 8. Especies utilizadas como forraje.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Ciruelo	<i>Spondia purpurea</i>	Anacardiaceae

Parota	<i>Entorolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae
Mata Rata	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
Guaje Rojo	<i>Leucaena esculenta</i>	Fabaceae
Guaje Blanco	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	Fabaceae
Cuahulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae

Fuente. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra De Huautla 2005

Cercos vivos. Se consideran aquellas especies que son introducidas con el propósito de proteger o delimitar las parcelas y potreros. En total se reportan 21 especies que corresponden al 4.98%. En el Cuadro 9 se presentan algunas de las especies que se utilizan en la región como cercos vivos.

Cuadro 9. Especies frecuentemente utilizadas como cercos vivos.

Nombre Común	Nombre Científico
Zompantele, Colorín	<i>Erythrina americana</i>
Mata Rata	<i>Gliricidia sepium</i>
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>
Cuachalalate	<i>Amphipterygium adstringens</i>
Olinalé	<i>Bursera aloexylon</i>
Copal	<i>Bursera copallifera</i>
Palo Mulato	<i>Bursera grandifolia</i>

Fuente. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra De Huautla 2005.

4.4. Descripción de las especies elegidas

4.4.1. Cuahulote (*Guazuma ulmifolia*)

La *Guazuma ulmifolia* (cuahulote) es originaria de América tropical. Se extiende desde México hasta América del sur y el Caribe de acuerdo con Standley

(1949) y CATIE (1984) citados por Cervantes *et al.* (2001) el cuahulote se distribuye desde el nivel del mar hasta una altitud de 1200 msnm. La precipitación óptima para esta arbórea oscila entre los 700 y 1500 mm.

Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Orden: *Malvales*
Familia: *Sterculiaceae*
Género: *Guazuma*
Especie: *ulmifolia*

Nombre binomial
Guazuma ulmifolia
Lam.1789



Figura 1. Árbol de *Guazuma ulmifolia*.

Es un árbol o arbusto de tamaño mediano, de 2-15 m de altura esporádicamente puede llegar a medir hasta 30 m con un diámetro del fuste normal es de 30 a 40 cm, pero puede engrosar hasta 80 cm. La copa es abierta, redondeada y extendida, presenta hojas alternas, simples, ovadas.

El tronco se distingue por ser más o menos recto, produciendo a veces chupones, frecuentemente ramificado a baja altura (desde la base). Sus ramas son largas muy extendidas, horizontales o ligeramente colgantes.



Figura 2. Tronco, copa y hoja de la *Guazuma ulmifolia*.

La corteza externa está ligeramente fisurada, desprendiéndose en pequeños pedazos, y es de color pardo grisácea, su flor se encuentra en panículas de 2 a 5 cm de largo, pueden ser blancas o amarillas con tintes castaños, con olor dulce, de 5 mm de diámetro; cáliz vellosos de 2 a 3 lóbulos, sépalos verdosos y pétalos de color crema, el fruto es una cápsula de 3 a 4 cm de largo, en infrutescencias de 10 cm, ovoide, abriéndose tardíamente, con numerosas protuberancias cónicas en la superficie, moreno oscura a negra cuando está madura, olor y sabor dulce los frutos permanecen largo tiempo en el árbol. Presenta numerosas semillas (entre 40 a 80) de menos de 1 mm (Anexo 1), duras, redondeadas, pardas. Los frutos se abren en el ápice o irregularmente por poros.

Al ser semilla ortodoxa se pueden almacenar en recipientes sellados en lugares frescos hasta por un año. La dispersión de la semilla de esta especie es

zoócora, dispersada principalmente por aves y mamíferos, incluyendo el ganado y posiblemente caballos.

En el estado de Morelos, el cuahulote se localiza a la altitud de 1100 a 1350 msnm, en un clima cálido subhúmedo con un rango de precipitación de 777 a 880 mm, temperatura media de 30 °C en suelos delgados y someros (tipo feozem y redzina) de origen ígneo y calizo con topografía plana.

Usos

Madera:

- a) Artesanal: la madera se puede utilizar para fabricar artículos torneados y decorativos e instrumentos musicales (violines y tapas de guitarra. La ceniza de la madera sirve para hacer jabón.
- b) Construcción: construcción rural de botes, implementos agrícolas, mangos de herramientas. Los Tarahumaras fabrican lanzas.

Comestible: el fruto verde mucilaginoso es dulce y se come crudo, molido o seco; los niños los comen como golosina. Con las semillas y frutos maduros se preparan tortillas, atole y pinole. Se puede preparar una bebida machacando el fruto en el agua.

Forraje: para engorda de ganado bovino, porcino, venados, burros, caballos. El fruto sirve de alimento a polluelos y las hojas al gusano de seda. Los frutos molidos constituyen un forraje de alto valor nutritivo. Por su altura, el forraje está disponible sólo cuando el árbol tira la hoja. Si el ganado come los frutos en exceso pueden causarle obstrucción intestinal.

Fibras del tallo joven, corteza, hoja: producen fibras fuertes que se usan para hacer sogas y cordeles. Industrializable [corteza, fruto]. El cocimiento de la corteza, el jugo o los frutos macerados en agua, se utilizan para clarificar jarabes en la manufactura del azúcar de caña, cuando se hace la melaza. Se usa para limpiar el guarapo de la caña, al hacer la melaza.

Medicinal: la corteza, hojas, flores y frutos tienen uso medicinal contra la fiebre, vómito, gastritis, diabetes y las erupciones epiteliales (Pérez y Aguilar, 2007).

El cuahulote es una especie arbórea de uso múltiple que tiene alto potencial productivo y es utilizada para restauración y reforestación en zonas degradadas de la selva baja tropical, en zonas secas y semiáridas. En sistemas agroforestales, se ha intercalado con café. Actualmente no se encuentra en ninguna categoría de la Nom 051.

Propagación. Por semilla: se recomienda sembrar de 2 a 4 semillas por cepa. El tiempo para que éstas alcancen 25 a 30 cm de altura es de 14 a 16 semanas, aunque al hacerse en condiciones de campo puede tardar más por la distribución de las lluvias.

Reproducción Vegetativa: los tocones de guácima rebrotan con tanta facilidad que a menudo es difícil erradicarlo de los pastizales. Se reporta que la especie se reproduce a partir de estacas.

4.4.2. Mata Ratón (*Gliricidia sepium*)

Esta planta es nativa de Meso y Centroamérica, y norte de Sudamérica. Actualmente la *Gliricidia sepium* no se encuentra en ninguna categoría de la Nom-051 de SEMARNAT.

Clasificación taxonómica

Reino: Plantae
Orden: Fabales
Familia: Fabaceae
Género: *Gliricidia*
Especie: *sepium*

Nombre binomial:
Gliricidia sepium

Fuente: (Sablón, 1985).



Figura 3. Árbol de *Gliricidia sepium*.

Es un árbol de porte pequeño a mediano, que puede alcanzar de 10 a 15 m de altura y entre 40 y 70 cm de diámetro basal, dependiendo del ecotipo. Su copa es ancha y con ramificación simpódica bípara; presenta raíz pivotante (Francisco y Hernández, 1998). Posee hojas compuestas, imparipinnadas y deciduas, con folíolos aovados a oblongos; las flores son rosadas, hermafroditas, en racimos densos, axilares, y se presentan de diciembre a marzo (Sablón, 1985); los frutos son legumbres leñosas que contienen semillas planas y elípticas.



Figura 4. Flores y hojas de la *Gliricidia sepium*.

Usos

La **madera** se usa como combustible para leña y carbón, así como para las construcciones rurales y pesadas, se recomienda para la fabricación de muebles pequeños, implementos agrícolas, artesanías, esculturas, partes de embarcaciones y pilotes para minas.

Medicinal: las hojas se utilizan en medicina casera en forma de emplastos y como remedio para granos y erisipelas.

Cercas vivas: dentro de las técnicas agroforestales su empleo como cerca viva ocupa un lugar destacado, ya que implica un menor costo de establecimiento y mayores ingresos en relación con otros tipos de cercas (Hernández y Martínez, 1995), además de posibilitar la adquisición de leña, postes vivos y forraje. Esta especie presenta sombra beneficiosa para cultivos, protección al suelo y mejor

drenaje por sus raíces y hojarasca, disminución de la erosión y conservación de la humedad en climas secos, abono verde proveniente de la hojarasca y del desrame, lo que aumenta el humus, mayor aireación en el subsuelo, incremento en el contenido de nitrógeno cuando se usan leguminosas

Forraje: la especie se encuentra entre las mejores y más conocidas leguminosas forrajeras arbóreas, aunque los altos consumos producen toxicidad en no rumiantes; en rumiantes puede constituir una fuente proteica sobre todo en la época de sequía (Simón, 1996).

Comestible: sus flores tienen gran utilidad como melíferas y ornamentación (Glover, 1989), mientras que las semillas y la corteza pulverizadas y mezcladas con arroz tienen cualidades rodenticidas. El extracto de sus hojas tiene efectos alelopáticos, por lo que influye en la germinación y el crecimiento de algunas plantas.

Propagación

Reproducción asexual. Cultivo de tejidos, brotes o retoños. Una de las características más apreciadas es su gran capacidad de rebrote, tanto a nivel de tallo, como de tocón o raíces superficiales. La especie pierde su capacidad de rebrote después de 8 a 12 años. 3. También se reproduce por cortes de raíz, estacas, pseudoestacas.

Reproducción sexual. Por regeneración natural, semilla (plántulas) y siembra directa. La siembra directa en el campo es el método más fácil y barato para establecer Gliricidia, si se opta por este método no hay necesidad de esperar la producción de arbolitos en viveros sofisticados.

4.4.3. Palo Dulce (*Eysenhardtia polystachya*)

La *Eysenhardtia polystachya* se reporta desde el sureste de Arizona (Estados Unidos) hasta Oaxaca (México). No se encuentra en ningún estatus de la Norma 051 mexicana. Palo dulce es un arborea abundante en zonas semicálidas (A(C)w, con temperaturas entre 12 y 19 °C y una precipitación anual de 300 a 1,800 mm. Prospera en lugares perturbados, así como en terrenos pedregosos y de suelo somero.

Clasificación taxonómica

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Fabales
Familia: Fabaceae
Género: *Eysenhardtia*
Especie: *polystachya*

Nombre binomial:
Eysenhardtia polystachya



Figura 5. Árbol de *Eysenhardtia polystachya*.

Árbol o arbusto de la familia Leguminosae, la cual es típica de la Selva Baja Caducifolia; su altura oscila entre 3 y 8 m y su diámetro es de 3 a 10 cm. Debido a que sus raíces tienen nódulos, esta especie como todas las

leguminosas, tiene la capacidad de fijar nitrógeno (Ferrara y Villerias, 1984). Las hojas son pequeñas, delgadas, imparipinadas, de 7 cm de largo, aromáticas, el envés con abundantes puntos (*glándulas*), margen entero, base redondeada. Presenta inflorescencia en espiga de 4 a 15 cm de largo. Las flores:son sésiles de 5 a 7 mm de largo, corola beige a blanca. El fruto es una vaina de 1 a 1.5 cm de largo por 3 a 5 mm de ancho, glabra, colgante dentro de las vainas se encuentran las semillas, las cuales tienen la testa delgada y permeable al agua: de 4 a 5 mm de largo, café amarillenta.

En el estado de Morelos, predomina en las áreas donde el clima es cálido subhúmedo en un rango de altitud de 1,100 a 1,400 msnm, cuya precipitación anual oscila entre 776 a 880 mm; en que el rango de temperatura es de 14.3°C como mínima y de 29.3°C como máxima. Los suelos en los que predomina el palo dulce son de origen ígneo o calizo, someros y delgados (feozem) y su topografía es irregular.

Usos

Construcción: por la dureza de la madera es muy apreciada para la construcción rural, sus troncos son la base para elaborar mangos de herramientas e implementos agrícolas.

Combustible: el tronco y las ramas son fuente de leña y materia prima para elaborar carbón.

Forraje: el follaje es forraje para el ganado.

Medicinal: en medicina casera se utiliza como diurético, como agua de tiempo, de sabor dulce, alivia dolores renales y de la vesícula y se usa en padecimientos digestivos, infecciones, heridas y problemas de la piel; con gran potencial para la elaboración de micro-dosis en medicina homeopática.

Recuperación de terrenos degradados: controlan la erosión, infiltra agua de lluvia, mejora los suelos con su hojarasca, fija nitrógeno al suelo; se puede establecer como cortinas rompevientos, setos vivos y brindan sombra.

Debido a sus múltiples usos, el palo dulce corre el riesgo de desaparecer del panorama florístico de Morelos; a la fecha sólo persisten algunos árboles/ arbustos en zonas muy accidentadas; de esto se deriva la difícil localización de ejemplares adultos, para colectar sus semillas. Actualmente, la densidad de población de palo dulce es muy baja, por lo tanto, se ha considerado que su propagación es urgente y de gran importancia (Cervantes y Sotelo, 2002).

Propagación

Mediante la siembra directa de las semillas, la siembra de las semillas en almácigos o bolsas y la siembra de plántulas cultivadas en contenedores, plántulas con las raíces desnudas. No se tienen reportes que indiquen que el palo dulce se propaga por estacas.

4.4.4. Tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis*)

Ha sido reportado para la vertiente del Golfo de México, en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y centro de Veracruz, depresión central de Chiapas y, en la vertiente del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas.

Esta especie es arbórea, pertenece a la familia de las leguminosas. La altura del árbol puede alcanzar hasta los 15 m con 75 cm de diámetro del fuste. El tepehuaje forma parte de las selvas bajas caducifolias o medianas subcaducifolias, es típico de la vegetación secundaria; se desarrolla en suelos de origen ígneo o metamórfico. Según Penington y Sarukhán (1968) esta especie se caracteriza por su amplia distribución en zonas con poca precipitación, se distribuye en las regiones cálidas húmedas del país; desde el nivel del mar hasta una altitud de 1700 m.

Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*
División *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Orden: *Fabales*
Familia: *Fabaceae*
Género: *Lysiloma*
Especie: *acapulcensis*

Nombre Binomial
Lysiloma acapulcensis



Figura 6. Árbol de *Lysiloma acapulcensis*.

En el estado de Morelos el tepehuaje se localiza desde 1,125 hasta 1,450 msnm, en clima cálido subhúmedo, con precipitación de 776 a 880 mm, en suelos feozem y redzina en áreas con topografía accidentada (Cervantes y Sotelo, 2002).

El diagnóstico Forestal del Estado de Morelos realizado en 1993 (Boyas *et al.* 1993), ubica a esta especie en el cuarto lugar de acuerdo a su importancia para diversos usos.

Usos

- Sus usos locales son para construcciones rurales y como leña.
- Se utiliza como cerca viva.
- Su madera es dura y se utiliza en la fabricación de horcones, postes, mazos y manufactura de pequeñas piezas de construcción.
- La semillas se usan para combatir amibas, se comen de 2 o 3 vainas en ayunas durante 2 o 3 días.
- El follaje y vainas tiernas sirven de alimento al ganado.
- La corteza posee taninos que se pueden usar en el curtido de pieles.

Propagación

Se propaga por semilla, colocándolas en germinadores en líneas separadas 7 cm y 5 cm entre semillas, cubriéndolas luego con tierra. Es conveniente utilizar

un poco de sombra. Al repicar las plantitas a bolsas, se deben sacar con cuidado, mojando la raíz con agua mezclada con arcilla, para facilitar la entrada de la raíz en forma vertical en el envase y que no se doble. Las plantas están listas para llevar al campo a los 4-5 meses después del trasplante. La propagación por estacas no se tiene documentada.

4.4.5. Tepemezquite (*Lysiloma divaricata*)

Esta especie es arbórea-arbustiva pertenece a la familia leguminosa, su altura va desde 3-18 metros y el fuste puede alcanzar hasta 1 m de grosor (Cervantes y Sotelo, 2002). El tepemezquite es componente destacado de la Selva Baja Caducifolia en varias entidades de la República Mexicana y, en el estado de Morelos, es una de las especies más abundantes. Se caracteriza por su diversidad de usos; ocupa el quinto lugar en índice de importancia por su aprovechamiento como combustible, postes para cercos y construcción; también se utiliza como forraje, para la obtención de curtientes, varas como tutores y elaboración de mangos para implementos agrícolas (Boyás *et al.*, 1993).

Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*
División *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Orden: *Fabales*
Familia: *Fabaceae*
Género: *Lysiloma*
Especie: *divaricata*

Nombre binomial
Lysiloma divaricata



Figura 7. Árbol de *Lysiloma divaricata*.

En el estado de Morelos, el tepemezquite se localiza en condición de clima cálido subhúmedo, con precipitaciones que oscila entre 776 y 880 mm, con altitud de 1,150 a 1400 msnm, en suelos tipo feozem y redzina de origen ígneo o calizo y topografía accidentada.

Usos

Especie de **uso múltiple** con gran potencialidad para su utilización en la restauración de suelos degradados. Excelente para el control de la erosión y mejoramiento del suelo. Presentan asociación con bacterias fijadora de nitrógeno, y su hojarasca tiene una excelente relación carbono-nitrógeno.

Utilizada como combustible, postes, cercas vivas, construcción, en franjas agroforestales o en plantaciones para forraje.

Para la obtención de curtientes, varas como tutores y elaboración de mangos para implementos agrícolas.

Propagación

Es posible la siembra directa. Las semillas se sumergen primero 1-2 días en agua, cambiando el agua 2 veces por día. En vivero, la siembra se hace con 2-3 semillas por bolsa. Necesitan 3-13 días para germinar y estar en el vivero de 11-13 semanas.

4.4.6. Guaje rojo (*Leucaena esculenta*)

Se considera originaria del centro y occidente de México, actualmente no se encuentra en ninguna categoría de la Nom-051 mexicana. Se distribuye en los estados de Jalisco, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Michoacán, Morelos, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, pero las poblaciones silvestres de esta especie únicamente se encuentran en el sur de Puebla, noroeste de Oaxaca y en la cuenca del Río Balsas (SIRE, 2010).

Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Orden: *Fabales*
Familia: *Fabaceae*
Género: *Leucaena*
Especie: *esculenta*

Nombre binomial
Leucaena esculenta



Figura 8. Árbol de *Leucaena esculenta*.

Árbol de 4 a 12 m (en algunas ocasiones puede llegar a medir hasta 15 m) de altura y 35 cm de diámetro. Las hojas son caducifolias, su caída inicia en enero y se extiende hasta abril. La floración se presenta de julio a enero y la fructificación de noviembre a abril.

Usos

Las semillas y renuevos foliares son utilizados en la alimentación humana; los frutos se comercializan en los mercados locales como legumbre fresca.

El follaje es utilizado como forraje para el ganado.

Se le considera una especie polivalente ya que de este árbol se obtienen diferentes productos: madera, celulosa, carbón, leña; además, es utilizada como mejoradora de-suelo y como sombra.

La corteza tiene usos medicinales: afrodisiaco, eupéptico, para la gastralgia, abre las obstrucciones; la corteza molida se aplica localmente para heridas que no cicatrizan, en Guerrero se informa que puede mezclarse con miel de abeja para aplicarse en heridas.

Propagación

Mediante la siembra directa de las semillas, la siembra de las semillas en almácigos o bolsas y la siembra de plántulas cultivadas en contenedores, plántulas con las raíces desnudas. La leucaena se propaga con facilidad a partir de estacas. El tronco rebrota vigorosamente al ser cortado, produciendo un

número variado de vástagos dependiendo del diámetro del tocón y la altura del corte, la técnica usada y la estación (Cervantes y Sotelo, 2002).

4.5 Descripción del sitio de investigación

La presente investigación se llevó a cabo en la comunidad de Ajuchitlan, municipio de Tlaquiltenango, estado de Morelos. Dicha comunidad forma parte de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla.

4.5.1. Localización del estado de Morelos

El estado de Morelos se encuentra situado en las coordenadas geográficas; al norte 19°08', al sur 18°20' de latitud norte; al este 98°38', al oeste 99°30' de longitud oeste. Representa el 0.2% de la superficie total del país. Colinda al norte con el estado de México y el Distrito Federal; al este con México y Puebla; al sur con Puebla y Guerrero; al oeste con Guerrero y México. Tiene una población total de 1,777,227 habitantes (INEGI, 2010). Morelos tiene una extensión de 4,879 km², por ello ocupa el lugar 30 a nivel nacional

4.5.2. Características generales de la Sierra de Huautla

La Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (REBIOSH) ubicada al sur del Estado de Morelos cubre una superficie de 59,030-94-15.9 ha y tiene un rango altitudinal que va de los 700 a los 2,200 msnm. Son seis los municipios en los que se encuentra políticamente distribuida la REBIOSH: Amacuzac, Ayala, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango y Tepalcingo. Los principales poblados son Huautla, Huaxtla, Rancho Viejo, Xantiopa, Ajuchitlán, El Limón, Huixtla, Pueblo Viejo, Xochipala, Coaxintlán, El Salto y El Zapote (PCMREBIOSH, 2005).

La REBIOSH, al ubicarse dentro de la Cuenca del Río Balsas, constituye un reservorio de biodiversidad de gran relevancia para la conservación del trópico seco de México. Debido a que la distribución geográfica de la SBC, aunado a la topografía accidentada en la que frecuentemente se encuentra y a sus condiciones climáticas, el número de especies endémicas es mayor que el que se presenta en otros tipos de vegetación. Hasta la fecha se han registrado 939 especies nativas de plantas vasculares de las 3,345 reportadas para el estado PCMREBIOSH (2005), aunque sólo se conoce una especie endémica del área, *Brongniartia vazquezii*, (Fabaceae). Por otro lado, aun cuando el holotipo de *B. montalvoana* es de la Sierra de Huautla, esta especie se encuentra distribuida en áreas circundantes de Morelos, Guerrero y Puebla. En la REBIOSH existen numerosas especies endémicas de flora de la Cuenca del Río Balsas, destacando cuajotes, copales, amates y varias especies de leguminosas, entre otras.

Fue decretada Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla el 10 de julio de 1999, con el objetivo de buscar un balance entre conservación y utilización de los recursos naturales por parte de la población adyacente pero también se busca impulsar programas de desarrollo sustentable que beneficien a las poblaciones inmersas dentro de la reserva, crear opciones para que los habitantes puedan hacer uso de los recursos naturales de manera sostenible (Cruz, 2005).

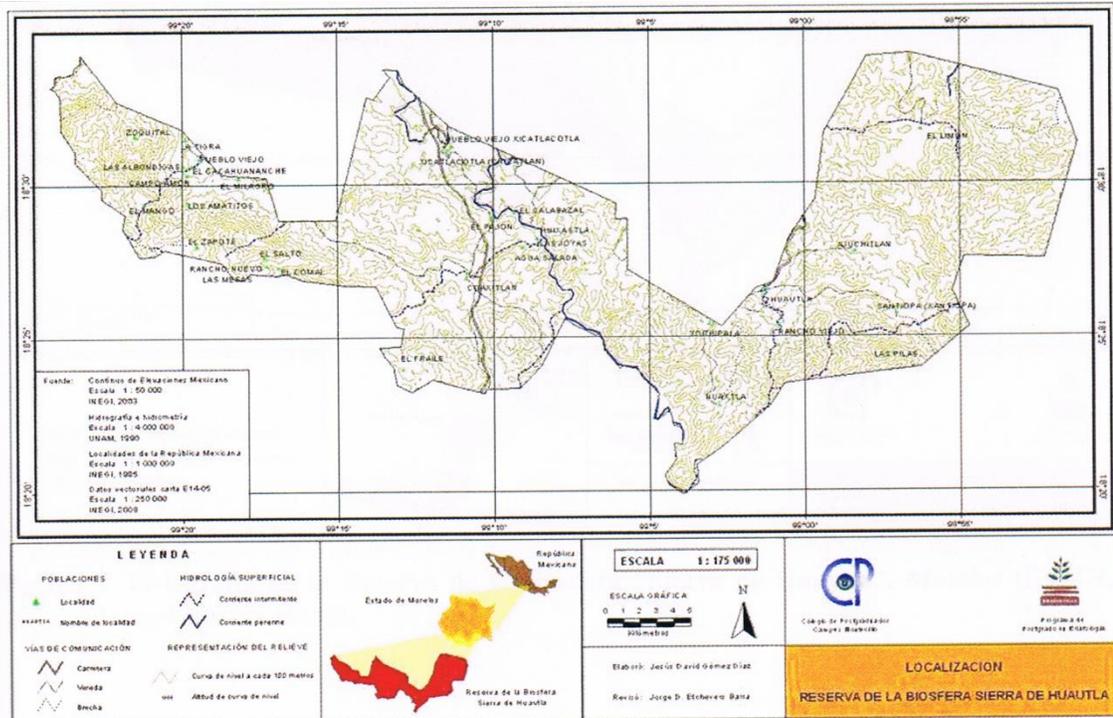


Figura 9. Localización geográfica de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos (Gómez, 2008).

4.5.3. Municipio De Tlaquiltenango Morelos

Tlaquiltenango se deriva del Náhuatl y proviene de las siguientes palabras: Tlakil-li (encalado o bruñido), Tenam-itl (muro, construcción) y Ko (adverbio de lugar), por lo tanto el significado es “Lugar de Muros encalados o bruñidos” (Cruz, 2005).

Antes de pertenecer al estado de Morelos, Tlaquiltenango formaba parte del Estado de México, el 25 de septiembre de 1884 por decreto del entonces gobernador el General Carlos Pacheco se incorporó como un municipio más al Estado de Morelos.

El municipio es el número 25 dentro de la división política del Estado, se encuentra a una altura promedio de 911 msnm. Junto con otros cinco municipios conforman la llamada Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla. Colinda al norte con Tlaltizapán, Ayala y Tepalcingo; al sur con los estados de Guerrero y Puebla al oeste con Zacatepec, Jojutla y Puente de Ixtla y al este con Tepalcingo (INEGI 2010).

Tlaquiltenango se encuentra dividido en 21 localidades, entre las más importantes se encuentran Tepepa, Huautla y Ajuchitlán, cuenta con una superficie de 581.778 km², que representa el 11.73% del total del estado, según el Censo de INEGI (2010) cuenta con una población de 29,958 habitantes.

4.5.4. Comunidad de Ajuchitlán

La hoy comunidad de Ajuchitlán se reconoció legalmente en el año de 1910, sin embargo, la comunidad ya existía desde aproximadamente 1900. Al término de la revolución mexicana fueron repartidas tierras a los campesinos. Don José Quintero, amigo del General Emiliano Zapata, le dio a éste las tierras de lo que hoy es el ejido Ajuchitlán, en donde se instalaron los hermanos Quintero. El nombre de la comunidad se debe a que en la zona había muchos árboles de Asúchitl, con el tiempo el nombre se fue deformando hasta quedar como Ajuchitlán. La extensión de la comunidad es de 2600 has está situada a 1.060 metros de altitud sobre el nivel del Mar, sus coordenadas geográficas son latitud: 18° 27' 48", longitud:-98° 58' 22".



4.5.4.1. Características físico-bióticas

Hidrografía

Existe un río principal, que se encuentra alimentado por una numerosa cantidad de cauces intermitentes que surgen en época de lluvias, además de pequeños manantiales que se nutren de agua en esta misma época. En la comunidad hay una presa grande y otras de menor tamaño para el ganado y varios pozos y estanques denominadas ollas (Cruz, 2005).

Clima

Pertenece a los cálidos subhúmedos intermedios. Temperatura media anual de 22 a 26°C, régimen de lluvias en verano, presencia de canícula (García, 1973), el diagrama ombrotérmico se presenta en el Anexo 2.

Relieve

En general el relieve es irregular, con áreas de pendientes pronunciadas (cerros y barrancas); teniendo solo el 20% aproximadamente con zonas planas y mesetas. La altitud varía de 1000 a 1500 msnm

Geología

Como se ha mencionado Ajuchitlán forma parte de la Sierra de Huautla cuyo origen volcánico determina la procedencia de las rocas y suelos que se encuentran en su territorio. La formación geológica que presenta la región son de un complejo volcánico constituido por diferentes tipos de rocas ígneas extrusivas e intrusivas.

Vegetación

La vegetación de la comunidad al igual que la de la reserva de la biosfera se clasifica como selva baja caducifolia. La selva baja caducifolia es la vegetación más ampliamente distribuida en México; incluso es la más extendida en su tipo en Latinoamérica. La característica más sobresaliente es la estacionalidad que se relaciona con la distribución desigual de la precipitación a lo largo del año. El periodo de lluvias va de mayo a octubre con presencia de canícula a mediados de agosto. Esto hace que se presente un gran contraste en la vegetación, al observar en la temporada de lluvias la vegetación con tonalidad verde y espesa, mientras que en época de secas se pierde el follaje y presenta un aspecto monótono y gris.

Cuadro 10. Diversidad de usos de las especies estudiadas.

Nombre común	Nombre científico	Diversidad de uso
Mata rata	<i>Gliricidia sepium</i>	1,3,5,6,7,8,10,16
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1,3,5,8,15
Cuahulote	<i>Guazima Ulmifolia</i>	1,3,5,6,9
Guaje rojo	<i>Leucaena esculenta</i>	1,2,5,6,7
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	1,3,5
Tlahuitol tepemezquite	<i>Lysiloma divaricata</i>	3,5

Usos: 1 Medicinal, 2 comestible, 3 construcción, 4 ornamental, 5 combustible, 6 forraje, 7 cercas vivas, 8 doméstico, 9 artesanal, 10 tóxico, 11 extracción de resinas, 12 curtiente, 13 rituales, 14 insecticidas, 15 tintóreo, 16 tutores.

4.5.4.2. Características socioeconómicas y culturales de la comunidad de Ajuchitlán

Población

La población total de la comunidad está conformada por 218 habitantes, distribuidos en 63 familias. Del total de habitantes Cuadro 11, 110 son hombres y 108 mujeres (INEGI, 2013).

Cuadro 11. Comportamiento de la población en la comunidad de Ajuchitlán a través de los años.

Año del Censo	Mujeres	Hombres	Población Total
1910	61	73	134
1921	39	47	86
1930	38	52	90
1940	59	55	114
1950	73	85	158
1960	135	149	284
1980	123	141	264
1990	127	117	244
1995	123	118	241
2000	121	117	238
2005	91	90	181
2010	108	110	218

Fuente. INEGI, 2013.

Educación

La comunidad cuenta con tres niveles educativos: el preescolar, la primaria y telesecundaria, quienes terminan la telesecundaria y quieren y cuentan con recursos económicos asisten al bachillerato de Huautla que es la comunidad más cercana.

El preescolar funciona con apoyo del Consejo Nacional De Fomento Educativo (CONAFE), cuenta con 7 niños de entre 3-5 años. La primaria cuenta con un profesor de planta encargado de atender a los seis grados, para el ciclo escolar 2013-2014 con un total de 19 alumnos. La telesecundaria fue fundada en el año 2000, cuenta dos profesores lleva por nombre “Jean Piaget” y para el ciclo escolar 2013-2014 cuenta con 11 alumnos.



Figura 11. Preescolar, primaria y telesecundaria de la comunidad de Ajuchitlán.

Tradiciones

La fiesta del pueblo se realiza en honor a San Isidro Labrador del 15 al 17 de mayo. A esta fiesta llegan visitantes de las comunidades aledañas como Huautla, Santiopan, Xochipala y algunos otros que han emigrado a trabajar a

otras ciudades pero que son oriundos de la comunidad y aprovechan para visitar a sus familiares.



Figura 12. Iglesia católica de Ajuchitlán.

Actividades productivas

Las principales actividades productivas de la comunidad son la agricultura y la ganadería. El aprovechamiento de la vegetación está limitado por estar bajo protección, aun así cuentan con un programa de aprovechamiento de germoplasma forestal de diferentes especies, con vigencia de 2012 a 2017.

En Ajuchitlán al igual que en la mayoría de las comunidades de la reserva de la biosfera sierra de Huautla existen dos tipos de manejo del ganado: la ganadería semiextensiva y la de solar o doméstica. En la primera categoría se incluye al ganado bovino, caprino, ovino, caballar, mular y asnal, durante la época de estiaje los animales son alimentados en corrales o potreros y en la época de lluvia los dejan al libre pastoreo. En el caso de la ganadería de solar, dicha

actividad es realizada principalmente por mujeres en los patios de sus casas y algunos de los animales que se tienen son, gallinas, guajolotes y cerdos entre otros.

SERVICIOS

Salud

En Ajuchitlán hay un centro de salud que es atendido por un doctor los lunes, miércoles y viernes, y una enfermera quien está de lunes a viernes en un horario de 9:00 a 14:00 horas. El problema se presenta los fines de semana ya que no hay servicio.



Figura 13. Centro de salud comunitario.

Este centro de salud al igual que en la mayoría de los comunitarios se tienen limitantes en cuanto a medicamentos ya que solo son surtidos de manera parcial cada bimestre, sin embargo son suficientes para tratar las enfermedades más comunes, incluyendo los piquetes de alacrán.

Drenaje

En la comunidad no se cuenta con este servicio, por lo que la mayoría de las familias utilizan fosas sépticas y letrinas.

Agua

La comunidad no cuenta con servicio de agua potable, se tiene agua entubada proveniente de una represa, pero no recibe ningún tratamiento de potabilización y no es apta para el consumo humano. Es utilizada para el quehacer, bañarse y el consumo del ganado. Existen aproximadamente trece pozos ubicados en diferentes partes de la comunidad de los cuales se obtiene agua que es utilizada para consumo humano. La presa fue construida por los habitantes del pueblo en la década de los sesentas. A principios de los ochentas por parte del gobierno del estado se amplió la presa y se puso la red de distribución actual, el mantenimiento consiste en desazolvar cada dos o tres años el vaso de la presa para cual se contrata maquinaria adecuada, mientras que las familias del pueblo absorben los gastos de renta de la maquinaria cooperando en partes iguales.

Transporte

La comunidad no cuenta con transporte público regular, hay un micro-transporte que da servicio lunes y miércoles, saliendo de Ajuchitlán rumbo a Jojutla a las 7 de la mañana y regresando a las 4 de la tarde del mismo día. El otro tipo de transporte es particular.

Otros servicios

De los 63 hogares que reporta INEGI (2013), 61 de ellos cuentan con energía eléctrica, 41 hogares tienen agua entubada y 7 familias cuentan con teléfono.

Cabe señalar que el servicio telefónico presenta serios problemas de interrupciones periódicas del servicio debido a diferentes fallas técnicas, sobre todo en época de lluvias.

Ayudantía

La organización de la comunidad de Ajuchitlán se rige por una Asamblea General, quien nombra a las autoridades de la comunidad, en este caso: Ayudante municipal, secretario y tesorero, quienes ocupan esos cargos durante 3 años. Al ser una comunidad cuyo régimen de la tierra es ejidal, su representación se da a través de un presidente, secretario y tesorero del comisariado ejidal, y el presidente del consejo de vigilancia, con duración también de 3 años en su cargo.



Figura 14. Ayuntamiento municipal de Ajuchitlán.

Vivero

El objetivo del vivero forestal es producir 500 mil árboles de siete especies endémicas de la región que se encuentran en peligro de extinción. El Gobierno del Estado de Morelos, a través de la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA), se encarga del manejo del vivero con la finalidad de convertirlo en el primer vivero orgánico ubicado dentro de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla; el objetivo principal es fortalecer la producción de árboles para la restauración de los bosques y selvas de Morelos, aumentando así la producción de siete especies endémicas y en peligro de extinción, como: lináloe, brasil, bonete, especies medicinales como el cuachalalate y tepemezquite, árboles frutales como el nanche, huaxocote y guajilote, entre otros. Después de 20 años que permaneció abandonado el vivero forestal el Gobierno Federal a través de la SEMARNAT, y la CONAFOR, en septiembre de 2012 se invirtieron 3 millones de pesos para su equipamiento y modernización, convirtiéndolo en un vivero orgánico, el primero en su tipo en Morelos, aunque cabe destacar que para el año 2013 este vivero no está funcionando como tal.

Se pretende que con la modernización del vivero de Ajuchitlán se pasará de una producción de 20 mil a 500 mil arbolitos (Comunicado de prensa del Gobierno de Morelos, 2012), la cual requiere atención especializada toda vez que son árboles endémicos y en peligro de extinción.



Figura 15. Vivero de Ajuditlán.

5. METODOLOGÍA

5.1 Selección del área de estudio

Contando con un panorama general en el conocimiento de la zona, generado a partir de la experiencia en campo obtenida a través de las prácticas vinculadas con la cátedra de “Diseño y Manejo de Tecnologías Agroforestales” en el año 2012 y, tomando en cuenta los contactos que se lograron adquirir, se determinó que Ajuchitlán fuera la comunidad ejidal elegida para el desarrollo de la presente investigación. Posteriormente, se realizó una revisión bibliográfica de diferentes trabajos realizados en la zona de estudio, complementándose con visitas a la comunidad para contactar personas que estuvieran interesadas en el proyecto. Se identificó al señor Arnulfo Morán Quintero, productor cooperante y con interés en el proyecto con el propósito de aprender y divulgar los resultados del mismo, además mostró disponibilidad para prestar una parte de su terreno cuya extensión es de aproximadamente una hectárea y media de sus tierras con vocación agrícola-pecuaria para el establecimiento de las parcelas demostrativas. El área es representativa de las condiciones de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, en la parte baja se tiene el área agrícola ganadera, en la parte intermedia el área media ganadera y, en la parte alta el manejo silvopastoril tradicional.

5.2 Criterios para la elección de las especies

Se tomaron en cuenta tres aspectos:

a) Especies nativas multipropósito

El primer criterio para la selección de las arbóreas a evaluar fue que éstas fueran especies multipropósito de la selva baja caducifolia. Con base en encuestas a productores se obtuvo un listado de los árboles y arbustos utilizados con mayor frecuencia; ocho fueron las especies arbóreas potenciales tecolohuixtle (*Mimosa benthamii*), palo brasil (*Haematoxylum Brasiletto*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), guaje rojo (*Leucaena esculenta*), mata rata (*Gliricidia sepium*), cuahulote (*Guazima ulmifolia*), tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis*) y tepemezquite (*Lysiloma divaricata*).

b) Alto valor de importancia entre los productores

El segundo criterio de selección utilizado fue la importancia de la especie para el productor, es decir cuales arbóreas le interesaban tener en su terreno. La mayoría de los productores mostraron interés por las especies tecolohuixtle (*Mimosa benthamii*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis*), tepemezquite (*Lysiloma divaricata*), palo brasil (*Haematoxylum Brasiletto*) y cuahulote (*Guazima ulmifolia*), debido a que son especies que han sido aprovechadas con frecuencia y su población ha disminuido considerablemente en la zona.

c) Disponibilidad en vivero

El último criterio fue la disponibilidad en vivero de la planta y semilla. Una vez que se determinó la lista de posibles especies a evaluar, se verificó la disponibilidad de las especies en el vivero local. Las especies que estaban

acorde con los tres criterios fueron: **cuahulote** (*Guazima ulmifolia*), **mata raton** (*Gliricidia sepium*), **guaje rojo** (*Leucaena esculenta*), **tepehuaje** (*Lysiloma acapulcensis*), **tepemezquite** (*Lysiloma divaricata*), y **palo dulce** (*Eysenhardtia polystachya*).

5.3 Obtención de las plantas y semillas

Una vez seleccionadas las especies arbóreas se procedió a la obtención de plantas de vivero y semilla. Las plantas fueron donadas por el vivero forestal de Ajuchitlán, a través del Gobierno del estado de Morelos.

El requerimiento de planta fue de 50 individuos por especie, para realizar la selección de los mejores individuos una vez pasando el periodo de endurecimiento.

Las plántulas de cuahulote y tepemezquite procedieron del vivero de Huajintlán ubicado en el municipio de Amacuzac, Morelos.

5.3.1 Tratamiento antes de la plantación

Las plantas provenientes del vivero de Huajintlán fueron previamente fertilizadas con triple 17. En el vivero de Ajuchitlán las plántulas no reciben fertilización previa, solo se mantuvieron sin malezas y se regaron tres veces por semana.

El periodo de endurecimiento consistió en colocarlas directamente al sol, al viento (ya que habían sido producidas bajo sombra parcial) y regarlas a

saturación dos veces por semana y para disminuir posteriormente a uno por semana.

Las semillas que se recolectan y almacenan en el vivero de Ajuchitlan fueron recolectadas en la época indicada de acuerdo con la fenología de cada especie. Las semillas se pusieron a secar al sol y posteriormente, fueron almacenadas en bolsas o botes de plástico y vidrio. Por lo que se quitaron aquellas que estaban dañadas, de tamaño pequeño o cualquier defecto que las hiciera inviables para la siembra.

El fruto de cuahulote fue colectado en terrenos de una comunidad aledaña a Ajuchitlán (Huitchila) y la semilla fue procesada para su utilización en el experimento.

5.3.2 Tratamiento pregerminativo para las semillas.

Para el caso de mata ratón, guaje rojo, palo dulce, tepemezquite y tepehuaje, la literatura no indica tratamiento pregerminativo alguno, sin embargo con la finalidad de homogenizar la germinación las semillas se remojaron en agua 24 horas antes de la siembra en campo. La semilla de cuahulote presenta latencia química por lo que se realizaron lavados previos con agua caliente para retirar el mucilago que envuelve a la semilla un día antes de la siembra. En el Cuadro 12 se especifica el tratamiento que se aplicó a cada especie.

Cuadro 12. Tratamientos pregerminativos en semillas.

Especie	Tratamiento pregerminativos
Guaje rojo	Remojo en agua 24hrs
Mata rata	Remojo en agua 24hrs
Cuahulote	Escarificación física inmersión en agua a diferentes temperaturas;
Tepemezquite	Remojo en agua 24hrs
Tepehuaje	Remojo en agua 24hrs
Palo dulce	Remojo en agua 24hrs

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 Corte y preparación de las estacas.

Para la propagación de las especies por estacas, se seleccionaron árboles padres con características deseables para la obtención de estacas (árboles adultos, sanos, vigorosos, con buena cantidad de ramas jóvenes).

Una vez ubicados los árboles padres, se cortaron 40 estacas de cada especie, con longitud de 1-1.20 m y grosor de 15-20 cm. Las estacas se cortaron cuando la luna estaba en fase de cuarto menguante, considerando las recomendaciones de algunos pobladores de la comunidad, ya que según esto, se causa menos daño al árbol padre y se asegura mayor prendimiento. Una vez cortadas las estacas se colocaron bajo la sombra durante dos semanas previo a la siembra, para estimular la acumulación de reservas en la base y facilitar su enraizamiento

5.4 Establecimiento

De acuerdo con la aptitud del terreno, y a la extensión del mismo, se realizaron dos experimentos; el primero se estableció en un diseño de cultivos en callejones en terreno con vocación agrícola ganadera y, el segundo se estableció con un diseño de pasturas en callejones, en un área con vocación solo ganadera.

En el primer experimento el arreglo para la siembra y plantación de las especies arbóreas seleccionadas se hizo mediante un diseño experimental de bloques al azar, con tres tratamientos (semilla, estaca y planta), tres repeticiones y tres especies (*Leucaena esculenta*), (*Gliricidia sepium*) y (*Guazima ulmifolia*), donde cada planta constituyó la unidad experimental Figura 16.

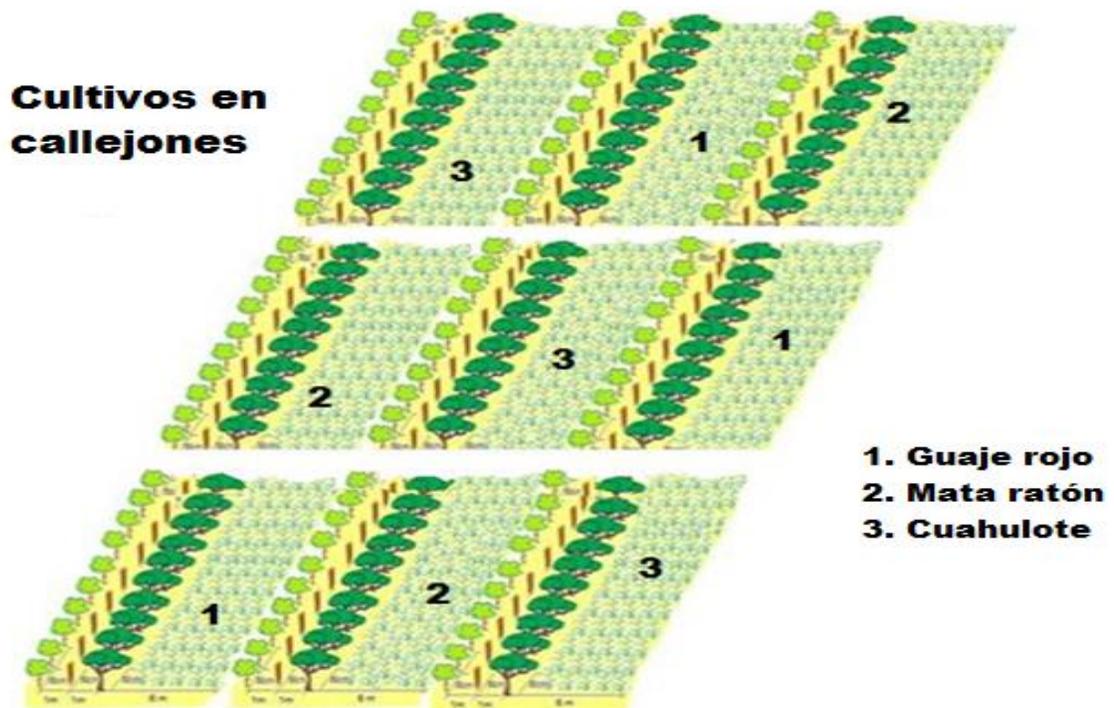


Figura 16. Esquema del diseño experimental, cultivos en callejones.

Distancias

Entre semillas	80 cm
Entre estacas	80 cm
Entre plantas	80 cm
De una hilera a la otra	100 cm
De un bloque al otro	1.50 m
Cobertura del maíz entre callejones	6 m

El modelo utilizado para el análisis estadístico de la información fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + E_k + (BT)_{ij} + (BE)_{ik} + (TE)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable dependiente evaluada

μ = Media general

B_i = Efecto del i -ésimo bloque

T_j = Efecto de j -ésimo tratamiento

E_k = Efecto de k -ésimo especie

$(BT)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i -ésimo bloque y el j -ésimo tratamiento

$(BE)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el i -ésimo bloque y la k -ésima especie

$(TE)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre el j -ésimo tratamiento y la k -ésima especie

ε_{ijk} = Error experimental

Se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de SAS (SAS 2004) y la prueba de Medias de cuadrados mínimos (LSMEANS), con el nivel de confianza de 5%.

Características del área de estudio. Es un área destinada a la agricultura tal y como lo muestra la Figura 16, suelo con 40 cm de profundidad, 30% de pedregosidad, 10% de pendiente.



Figura 17. Terreno con aptitud agrícola.

En el segundo experimento, la tecnología agroforestal establecida fue: “Pasturas en callejones”, ya que el área presenta una vocación de tipo ganadero el arreglo para la siembra y plantación de las especies arbóreas seleccionadas se hizo mediante un diseño experimental de bloques al azar, con dos tratamientos (semilla, y planta de vivero), tres repeticiones y tres especies (tepehuaje, tepemezquite y palo dulce) donde cada planta constituyó la unidad experimental (Figura 18).

Pasturas en callejones

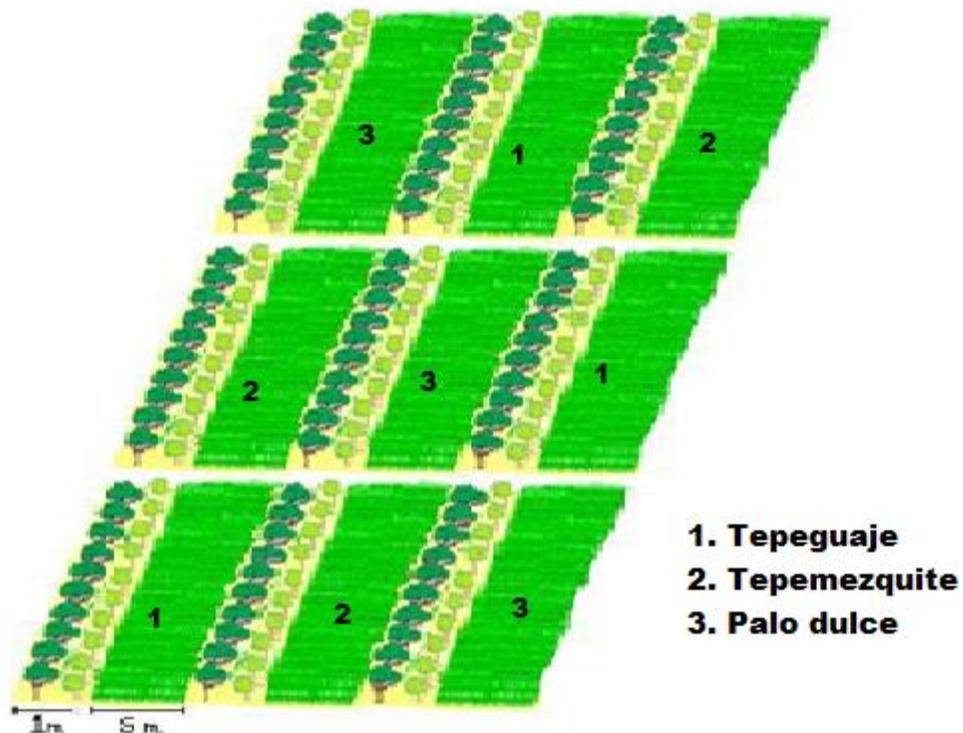


Figura 18. Esquema del diseño experimental, pasturas en callejones.

Distancias

Entre semillas	2 m
Entre plantas	2 m
De una hilera a la otra	2 m
De un bloque al otro	2.50 m
Cobertura de pasto en los callejones	5 m

Las características del área son: profundidad del suelo, 10 cm; pedregosidad, 60-70% y presencia de pastos que representan competencia directa con los árboles y las semillas.

El modelo utilizado para el análisis estadístico de la información fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + E_k + (BT)_{ij} + (BE)_{ik} + (TE)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable dependiente evaluada

μ = Media general

B_i = Efecto del *i*-ésimo bloque

T_j = Efecto del *j*-ésimo tratamiento

E_k = Efecto de la *k*-ésima especie

$(BT)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el *i*-ésimo bloque y el *j*-ésimo tratamiento

$(BE)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre el *i*-ésimo bloque y la *k*-ésima especie

$(TE)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre el *j*-ésimo tratamiento y la *k*-ésima especie

ε_{ijk} = Error experimental

El análisis estadístico se realizó a través del análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de SAS (SAS 2004) y la prueba de Medias de cuadrados mínimos (LSMEANS), con el nivel de confianza de 5%.

5.5 Plantación

Ambos experimentos fueron establecidos días después de registrarse las primeras lluvias de verano, para asegurar suficiente humedad en el suelo, brindando las condiciones adecuadas para la germinación de las semillas y prendimiento de estacas y plantas de vivero.

En el experimento uno denominado cultivos en callejones las especies elegidas fueron básicamente forrajeras las cuales se combinaron con maíz de la variedad zapata 202, en el experimento dos o pasturas en callejones las especies fueron multipropósito con la intención de obtener varios servicios a

futuro, entre ellos retención de suelo, sombra para el ganado, leña, frutos y forraje; se intercaló zacate buffel.

La profundidad a la cual fueron plantadas las estacas y las plantas de vivero varió de acuerdo a la profundidad del suelo, había partes del terreno que presentaban mayor profundidad sobre todo en la parte baja, mientras que en la parte alta el terreno presentaba mayor porcentaje de pedregosidad lo que dificultaba cavar la cepa para las plantas, en el Cuadro 13 se presentan las profundidades aproximadas a las cuales fueron plantadas y en su caso sembradas las semillas.

Cuadro 13. Profundidad de siembra.

Especie	Planta de vivero	Semilla	Estaca
Guaje Rojo (<i>Leucaena esculenta</i>)	30 cm	5 cm	20 cm
Gliricidia (<i>Gliricidia sepium</i>)	30 cm	5 cm	20 cm
Cuahulote (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	30 cm	5 cm	20 cm
Tepehuaje (<i>Lysiloma acapulcensis</i>)	20-15 cm	5 cm	N/A
Tepemezquite (<i>Lysiloma divaricata</i>)	30-15 cm	5 cm	N/A
Palo dulce (<i>Eysenhardtia polystachya</i>)	30-15 cm	5 cm	N/A

N/A. No aplica, no se utilizó ese tratamiento en esa especie.

Las semillas no requieren de grandes profundidades para ser sembradas lo que vario fue la cantidad de semillas colocadas por cepa de acuerdo al tamaño de

éstas y a lo recomendado por la literatura para guaje rojo, tepehuaje y tepemezquite se colocaron 4 semillas por hoyo, para el mata ratón 3, para el cuahulote y palo dulce un promedio de 15,

Variables evaluadas

Porcentaje de Germinación: la germinación de la semilla se midió tomando como base si había o no plántula en el lugar de la siembra.

Porcentaje de sobrevivencia: el porcentaje de sobrevivencia se calculó por cada especie y para el total de árboles en cada sitio, considerando el número inicial como el 100% de árboles y estacas vivas de acuerdo al número de árboles que seguían vivos.

Altura: la medición de la altura se efectuó mediante un flexómetro o cinta métrica, desde el nivel del suelo hasta la hoja más grande.

El diámetro basal: para medir esta característica de la planta se utilizó un vernier.

Número de rebrotes: se contó el número de rebrotes presentes en cada árbol como un indicador de crecimiento, dado que no se midió el área foliar ni producción de biomasa.

En el Cuadro 14 se ubican las variables a evaluar en cada método de propagación.

Cuadro 14. Variables evaluadas en cada tratamiento.

Variable a evaluar	Tratamiento		
	Planta de vivero	Semilla	Estaca
Germinación (%)		X	
Sobrevivencia (%)	X	X	X
Altura (cm)	X	X	X
Diámetro basal (mm)	X	X	X
Número de rebrotes	X	X	X

Una vez que los árboles fueron plantados en cada experimento, se tomaron las medidas iniciales para cada uno determinando que fuera el periodo cero o periodo de establecimiento, posteriormente le siguieron otros cuatro con intervalos descritos en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Periodos de toma de datos.

Periodo	Fecha	Días transcurridos de un periodo a otro	Días acumulados
Establecimiento (0)	22 junio 2013	0	0
Uno (1)	14 julio 2013	23	23
Dos (2)	17 agosto 2013	34	57
Tres (3)	18 septiembre 2013	32	89
Cuatro (4)	16 octubre 2013	28	117

A los 23 días de efectuada la plantación y la siembra se realizó la primera toma de datos donde se observó que no había el porcentaje requerido de germinación y que aún era buen tiempo para la siembra por lo que se decidió realizar una resiembra de semillas, a excepción del mata ratón.

Para las plantas de vivero se tomaron las medidas iniciales de altura, diámetro basal y número de rebrotes mismos que se presentan en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Promedios de alturas, diámetros y rebrotes de las plantas de vivero al momento del establecimiento.

Especie	Altura (cm)	Diámetro basal (mm)	Número de rebrotes
Guaje rojo	68.10±1.75	3.26±0.28	10.76±0.25
Mata ratón	92.03±1.75	10.96±0.28	3.50±0.25
Cuahulote	26.40±1.75	2.40±0.28	6.56±0.25
Tepemezquite	147.96±3.95	6.49±0.37	13.10±1.11
Tepehuaje	107.53±3.95	12.43±0.37	6.30±1.11
Palo dulce	67.93±3.95	2.54±0.37	19.30±1.11

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados obtenidos se realizó, tomando en cuenta que fueron dos experimentos distintos y que las variables a evaluar fueron también diferentes. En el presente capítulo, los resultados serán presentados por separado para cada experimento.

6.1 Experimento I.

6.1.1 Método de Propagación por Semilla

En el Cuadro 17 se presenta la respuesta a la germinación de las semillas para la siembra y resiembra de las especies arbóreas en estudio. La especie que tuvo mayor porcentaje de germinación en la siembra fue la *Gliricidia sepium* con 90%; *Leucaena esculenta* tuvo 60% de germinación a la siembra pero incrementó en 20% en la resiembra; mientras que *Guazuma ulmifolia* mostro solo 33% de germinación a la siembra, pero incrementó 47% en la resiembra.

Cuadro 17 Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación de las especies arbóreas estudiadas

Especie	Siembra	Resiembra	Total	(%)
Guaje rojo (<i>Leucaena esculenta</i>)	18	6	24	80
Mata ratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	27	0	27	90
Cuahulote (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	10	14	24	80

Los resultados obtenidos para el porcentaje de germinación de *Leucaena esculenta* están dentro del rango mencionado en el estudio realizado por el Instituto Nacional de Ecología (2007) el cual muestra que la capacidad de

germinación en semillas de esta especie, con almacenamiento de hasta un año, puede estar entre 55.6 y 98.9%, y el resultado está arriba del 30% del reportado por Moreno *et al.* (2011), quienes trabajaron con *Leucaena leucocephala* en condiciones muy similares a las del presente experimento, obteniendo 50% de germinación. Por otra parte, el porcentaje de germinación de la *Gliricidia sepium* fue similar al presentado por Parrotta (1992), el cual menciona que la germinación de las semillas frescas de *G. Sepium* oscila entre 90 y 100%, y tiene lugar entre 3 y 15 días después de la siembra; y a la vez, el resultado en el presente estudio está por encima del reportado por Moreno *et al.* (2011), quienes, en condiciones de selva baja caducifolia, obtuvieron 75% de germinación para la misma especie arbórea. Los resultados de germinación obtenidos para la semilla de *Guazuma ulmifolia* (80%) están por debajo de los obtenidos por Francis (1991), son similares a los reportados por Lucatero (2012), y están por encima de los presentados por Hernández *et al.* (2001), quienes obtuvieron 87, 80.8 y 72% de germinación para *G. Ulmifolia*, respectivamente. Cabe señalar que en todos los experimentos se utilizó el mismo tratamiento pregerminativo, que consistió en el remojo con agua caliente por 30 segundos. La diferencia fue que los tres experimentos tomados como referencia fueron desarrollados en condiciones de vivero mientras que el presente experimento se realizó directamente en campo.

Sobrevivencia de las arbóreas estudiadas

En el Cuadro 18 se presenta la sobrevivencia de las especies arbóreas a los 117 días que duró el estudio. En los resultados se observa que la *G. sepium*

tuvo 4.5% más de sobrevivencia que *L. esculenta* y *G. ulmifolia*, quienes obtuvieron un porcentaje de sobrevivencia similar, destacando que en la *G. ulmifolia* la mayoría de las plantas sobrevivientes procedieron de la resiembra, caso contrario las plantas de *L. esculenta* que sobrevivieron fueron de la siembra inicial.

Cuadro 18. Sobrevivencia de las especies arbóreas establecidas por semilla.

Especie	Siembra	Resiembra	Total	(%)
Guaje rojo (<i>Leucaena esculenta</i>)	17	4	21	87.5
Mata ratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	25	0	25	92
Cuahulote (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	7	14	21	87.5

La sobrevivencia de la *Leucaena esculenta* fue mayor a la reportada en el estudio realizado por el Instituto Nacional de Ecología (2007) en el estado de Guerrero, en la zona correspondiente a la Selva Baja Caducifolia en un terreno con características similares a las presentadas en este experimento donde se obtuvo una sobrevivencia para *Leucaena esculenta* del 82%, 5.5% menor a la generada en esta investigación. En el caso de la *Gliricidia sepium* la sobrevivencia fue del 92% lo que se considera excelente; sin embargo, los resultados de Parrotta (1992) ponen en evidencia que la sobrevivencia de *G. sepium* mediante siembra directa por semilla puede ser alta y con buen crecimiento de la planta durante los primeros 3 meses después de la siembra, pero durante los 15 meses sólo el 7.5 por ciento de las plántulas lograron sobrevivir. En contraste, en diferentes evaluaciones realizadas en Guatemala

por varios años (de uno hasta 8) la *Gliricidia sepium* presentó sobrevivencia alta; esto se puede confirmar en el documento editado por Ugalde (1997) donde se hace referencia a distintos estudios de sobrevivencia de la *Gliricidia sepium* en diferentes condiciones y diferentes años y donde se obtienen porcentajes de sobrevivencia mayores al 75%. La sobrevivencia de la *Guazuma ulmifolia* fue de 87.5, siendo congruente con lo que menciona la literatura. La *Guazuma ulmifolia* es una especie que se adapta a distintas condiciones ambientales, así lo demuestran estudios realizados en pequeñas parcelas en 23 sitios a través de América Central, donde en un período de 12 a 40 meses se observaron tasas de supervivencia del 33 al 100 %. Sólo en 4 de 23 sitios se tuvo una tasa inferior al 90% (Francis, 1991).

Altura, diámetro basal y número de rebrotes de las arbóreas estudiadas

Otras variables a evaluar fueron la altura de la planta, el diámetro basal y número de rebrotes de las especies arbóreas estudiadas las cuales se midieron a 94 y 117 días después de la siembra. Los resultados a la siembra y resiembra se presentan en el Cuadro 19. Como respuesta se esperaría que las plantas surgidas de la primera siembra fueran mas altas, con mayor grosor de diámetro y mayor número de rebrotes, tal y como sucedió en el caso de la *Leucaena esculenta* donde la altura media de las plantas de la siembra fue 45.65 cm mayor que las de la resiembra, sin embargo, en el caso de la *Guazuma ulmifolia*, las plantas de la resiembra superaron en altura, diámetro y número de rebrotes a las surgidas de la siembra, sin que se tengan elementos para explicar el porqué de este comportamiento.

Cuadro 19. Comportamiento de la altura, diámetro y número de rebrotes en las plantas establecidas por semilla.

Especie	Altura	Diámetro basal	Número de rebrotes	Pr>t
<i>L. esculenta</i>	104.90±6.77 ^a	13.83±0.83 ^b	15.69±1.19 ^a	<.0001
<i>G. sepium</i>	60.72±5.83 ^b	16.95±0.71 ^a	12.96±1.02 ^a	<.0001
<i>G. ulmifolia</i>	29.77±7.24 ^c	6.32±0.89 ^c	12.51±1.27 ^a	<.0001

abc Medias con diferente literal dentro de la misma columna muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas (P=0.05); EEM= Error estándar de las medias.

La altura de las plantas de leucaena germinadas de la primera siembra fue 104.9 cm en aproximadamente 4 meses de edad, 21.4 cm más que la altura reportada por Moreno *et al.* (2011) en el estudio de germinación, crecimiento y supervivencia de especies nativas de acahuals de Selva Baja Caducifolia. La medias obtenidas para la altura y diámetro de *G. sepium* a los 117 días fueron de 60.72 cm y 16.95 mm, respectivamente, valores similares a los obtenidos por Navas *et al.* (2000) en un estudio en Colombia, cuyo objetivo fue evaluar el establecimiento y la producción de bancos de proteína de *G. sepium* en alta densidad (40,000 y 160,000 plantas/ha) usando para la propagación por semilla y material vegetativo, obteniendo plantas por semilla con altura 36 y 43 cm y diámetro basal de 16 y 17 mm; así como, plantas provenientes de material vegetativo con altura de 47 y 52 cm y diámetro de 17 mm.

La altura media de las plantas de *G. ulmifolia* a los 117 días, fue de 29.77 cm con un diámetro de 5.46 mm y 11.46 a la siembra y resiembra, respectivamente, valores mayores a los obtenidos en plantas de vivero por Lucatero (2012) quien reportó una altura media para *G. ulmifolia* de 11.52 cm y

diámetro de 4.8 mm a 9 meses de edad de la planta; valores similares fueron presentados también por Cervantes y Sotelo (2002) a 6 meses de edad de la planta con una altura promedio de 33 centímetros y diámetro de 3.4 mm. El hecho de que Lucatero (2012) haya obtenido menor altura puede explicarse por diferencias climatológicas, ya que su experimento se realizó en una zona templada, donde se presentan temperaturas más bajas a la de la Selva Baja Caducifolia, donde se llevaron a cabo el presente estudio y el de Cervantes y Sotelo (2002). En cuanto al número de rebrotes *L. esculenta* presentó mayor número de rebrotes comparado con *G. sepium* y *G. ulmifolia*, sin embargo, no existen trabajos publicados que permitan comparar los resultados obtenidos en esta investigación.

6.1.2 Método de propagación planta de vivero

En el Cuadro 20, se hace referencia a la sobrevivencia de las especies arbóreas estudiadas mediante el método de propagación por planta de vivero. Se observó alta supervivencia de las plantas cuando éstas fueron establecidas en campo después del crecimiento y maduración en vivero; solo un individuo murió (*L. esculenta*) durante el periodo de establecimiento en campo en la época de lluvias.

Cuadro 20. Sobrevivencia de las especies arbóreas establecidas por planta de vivero

Especie		Porcentaje (%)
Guaje rojo (<i>Leucaena esculenta</i>)	29/30	96
Mata ratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	30/30	100
Cuahulote (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	30/30	100

Los valores de sobrevivencia para la *L. esculenta* están ligeramente por debajo de los presentados por Gazca y Benavides (2012) quienes obtuvieron porcentajes de sobrevivencia de plantas de vivero del 100% en tres sitios diferentes, en una zona templada de México donde llevó a cabo una investigación para reforestación. Rodríguez *et al* (2009) realizaron un estudio en condiciones de Selva Baja Caducifolia en el estado de Veracruz con el objetivo de establecer especies arbóreas multipropósito, y obtuvieron porcentajes de sobrevivencia de *G. sepium* y *G. ulmifolia* superiores a 80 %. A su vez el porcentaje de sobrevivencia de *G. sepium* obtenido en el presente experimento fue mayor a los reportados por Francisco (2002), Ugalde (1997) e Ibrahim *et al.* (1999) quienes obtuvieron sobrevivencias de 88, 75 y 3%, respectivamente.

Análisis del incremento en las variables altura, diámetro basal y número de rebrotes de las arbóreas estudiadas

En el Cuadro 21 se reporta la media junto con sus errores estándar (EEM), obtenidos de la prueba LSMeans en SAS para la variable altura en cada especie arbórea.

Cuadro 21. Incremento de altura en centímetros por periodo de las especies arbóreas establecidas por planta de vivero.

Periodo	Guaje Rojo (<i>L. esculenta</i>)	Mata ratón (<i>G. sepium</i>)	Cuahulote (<i>G. ulmifolia</i>)	EEM
1	8.25 ^a	8.56 ^a	3.26 ^b	±0.86
2	3.30 ^c	6.48 ^b	8.93 ^a	±1.21
3	28.41 ^a	9.36 ^c	16.98 ^b	±1.49
4	6.61 ^b	3.41 ^b	13.25 ^a	±1.50

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas (P=0.05); **EEM**= Error estándar de las medias.

La *G. ulmifolia* presentó menor crecimiento durante el primer periodo de evaluación, sin embargo, en el segundo periodo, superó su crecimiento comparado con *L. esculenta* y *G. sepium*. Es probable que el cuahulote tenga un crecimiento lento inicial después del establecimiento en campo, en función de la humedad del suelo y a la temperatura ambiente, ya que para el tercer periodo (principios de septiembre) las lluvias fueron intensas observándose mayor crecimiento de las tres especies arbóreas. La especie que presentó mayor crecimiento fue *L. esculenta*, seguida de *G. ulmifolia* y por último *G. sepium*.

En el Cuadro 22 se reporta el comportamiento del diámetro basal de cada especie arbórea, donde se aprecia que el diámetro basal fue muy similar en las tres especies durante el primer periodo de toma de datos. Sin embargo, la especie arbórea que presentó mayor incremento de diámetro basal durante el periodo experimental fue *L. esculenta* seguida de *G. ulmifolia* y *G. sepium*.

Cuadro 22. Comportamiento del diámetro basal (mm) de las especies arbóreas establecidas por planta de vivero en cuatro periodos de evaluación.

Periodo	Guaje Rojo (<i>L. esculenta</i>)	Mata ratón (<i>G. sepium</i>)	Cuahulote (<i>G. ulmifolia</i>)	EEM
1	1.05 ^b	1.36 ^{ab}	1.54 ^a	±0.11
2	3.20 ^a	1.53 ^b	3.06 ^a	±0.27
3	4.99 ^a	3.48 ^b	4.63 ^a	±0.29
4	2.59 ^a	0.64 ^b	1.34 ^{ab}	±0.42

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas (P=0.05); **EEM**= Error estándar de las medias.

En el Cuadro 23 se muestra el incremento en el número de rebrotes de las especies arbóreas establecidas por planta de vivero en cuatro periodos de evaluación. *L. esculenta* tuvo mayor número de rebrotes en los periodos 1, 3 y

4, mientras que *G. ulmifolia* fue la especie con menos número de rebrotes a partir del periodo 2. Es probable que esta última especie priorice más en el crecimiento de sus rebrotes iniciales que en incrementar el número de nuevos rebrotes.

Cuadro 23. Incremento en el número de rebrotes de las especies arbóreas después del establecimiento en campo

Periodo	Guaje Rojo (<i>L. esculenta</i>)	Mata ratón (<i>G. sepium</i>)	Cuahulote (<i>G. ulmifolia</i>)	EEM
1	4.40 ^a	2.78 ^b	3.48 ^{ab}	±0.42
2	2.48 ^b	6.86 ^a	3.16 ^b	±0.61
3	3.30 ^a	2.40 ^a	2.13 ^a	±0.43
4	2.90 ^a	0.10 ^b	-0.16 ^b	±0.57

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas (P=0.05); **EEM**= Error estándar de las medias.

Análisis de las Interacciones entre las especies y el método de propagación

En el Cuadro 24 se presenta la interacción entre la especie y el tratamiento para la variable altura al momento del establecimiento. Se observaron diferencias estadísticas altamente significativas (P<0.01) entre la altura de las tres especies arbóreas cuando las plantas fueron plantadas por el método de propagación de planta de vivero.

Cuadro 24. Interacción entre la especie y tratamiento para la variable altura al establecimiento.

Método de Propagación	Guaje Rojo (<i>L. esculenta</i>)	Mata ratón (<i>G. sepium</i>)	Cuahulote (<i>G. ulmifolia</i>)	EEM	Nivel de P
Planta de vivero	68.10 ^b	92.03 ^a	26.40 ^c	1.28	0.001
Semilla	-0.00	-0.00	-0.00	1.28	1.000
Estaca	72.43 ^b	78.10 ^a	79.53 ^a	1.28	0.002

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas (P=0.05); **EEM**= Error estándar de las medias.

En el Cuadro 25 se presenta la interacción de la especie arbórea y el método de propagación en campo. Para el método de propagación planta de vivero no se registró diferencias significativas ($P>0.05$) entre *L. esculenta* y *G. sepium* pero si de ambas especies arbóreas con *G. ulmifolia* ($P<0.05$). Para el método de propagación por semillas se presentan diferencias significativas ($P<0.01$) entre las tres especies, mientras que para el método de propagación por estacas no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) en altura de la planta de las tres especies arbóreas.

Cuadro 25. Interacción entre la especie y tratamiento para la variable altura al final de la investigación.

Método de Propagación		Guaje Rojo (<i>L. esculenta</i>)	Mata ratón (<i>G. sepium</i>)	Cuahulote (<i>G. ulmifolia</i>)	EEM	Nivel de <i>P</i>
Planta de vivero		161.26 ^a	147.70 ^a	111.26 ^b	5.34	0.001
Semilla		71.93 ^a	51.13 ^b	17.67 ^c	5.34	0.001
Estaca		72.43 ^a	78.10 ^a	79.53 ^a	5.34	0.454

abc Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas ($P=0.05$); EEM= Error estándar de las medias.

En el Cuadro 26 se presenta la interacción de la especie arbórea y el método de propagación en campo para el diámetro basal de las plantas al momento del establecimiento. Para el método de propagación planta de vivero no se registró diferencias significativas ($P>0.05$) entre *L. esculenta* y *G. ulmifolia* pero si de ambas especies arbóreas con *G. sepium* ($P<0.05$). Para los métodos de propagación por semillas y por estacas no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) entre las tres especies.

Cuadro 26. Interacción entre la especie y tratamiento para la variable diámetro basal (mm) al establecimiento.

Método de propagación	Guaje Rojo (<i>L. esculenta</i>)	Mata ratón (<i>G. sepium</i>)	Cuahulote (<i>G. ulmifolia</i>)	EEM	Nivel de <i>P</i>
Planta de vivero	3.26 ^b	10.96 ^a	2.40 ^b	0.64	0.001
Semilla	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.64	1.000
Estaca	38.76 ^a	38.00 ^a	38.83 ^a	0.64	0.399

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas ($P < 0.05$); **EEM**= Error estándar de las medias

En el Cuadro 27 se concentra la información obtenida como resultado de la interacción entre el tratamiento y la especie para el diámetro basal de las plantas al final de la investigación. Para el método de propagación planta de vivero no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las tres especies arbóreas. Sin embargo, para la propagación por semillas se tuvo diferencias significativas ($P < 0.01$) entre las tres especies; mientras que para la propagación por estacas la *G. ulmifolia* no presenta diferencia significativa con las otras dos especies, sin embargo entre *L. esculenta* y *G. sepium* si hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en el diámetro basal de las plantas al finalizar la estación de lluvias.

Cuadro 27. Interacción de la especie y tratamiento para la variable diámetro basal (mm) al último periodo de toma de datos.

Método de propagación	Guaje Rojo (<i>L. esculenta</i>)	Mata ratón (<i>G. sepium</i>)	Cuahulote (<i>G. ulmifolia</i>)	EEM	Nivel de <i>P</i>
Planta de vivero	24.66 ^a	26.39 ^a	23.20 ^a	1.00	0.3084
Semilla	9.60 ^b	14.26 ^a	3.90 ^c	1.00	0.0001
Estaca	41.06 ^a	36.63 ^b	39.20 ^{ab}	1.00	0.0021

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas ($P < 0.05$); **EEM**= Error estándar de las medias

En el Cuadro 28 se presentan los resultados obtenidos de la interacción entre el tratamiento y la especie para el número de rebrotes al inicio de la investigación. Para el método de propagación por planta de vivero se observaron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre las tres especies arbóreas. Sin embargo, para los otros dos tratamientos (semillas y estacas) no hay datos que analizar puesto que la semilla apenas se había sembrado y las estacas no presentaron rebrotes al momento de ser plantadas en campo.

Cuadro 28. Interacción entre la especie y tratamiento para el número de rebrotes al establecimiento.

Método de propagación	Guaje Rojo (<i>L. esculenta</i>)	Mata ratón (<i>G. sepium</i>)	Cuahulote (<i>G. ulmifolia</i>)	EEM	Nivel de <i>P</i>
Planta de vivero	10.76 ^a	3.50 ^c	6.56 ^b	0.15	0.001
Semilla	0.00	0.00	0.00	0.15	1.000
Estaca	0.00	0.00	0.00	0.15	1.000

abc Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas ($P = 0.05$); **EEM**= Error estándar de las medias

En el Cuadro 29 se presenta la interacción de la especie arbórea y el método de propagación en campo para el número de rebrotes al final de la investigación. Para el método de propagación planta de vivero se presentan diferencias significativas ($P < 0.01$) entre las tres especies, mientras que para los métodos de propagación por semillas y estacas no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en el número de rebrotes al final del experimento.

Cuadro 29. Interacción de la especie y tratamiento para el número de rebrotes al último periodo de toma de datos.

Método de propagación	Guaje Rojo (<i>L. esculenta</i>)	Mata ratón (<i>G. sepium</i>)	Cuahulote (<i>G. ulmifolia</i>)	EEM	Nivel de P
Planta de vivero	36.93 ^a	27.13 ^b	23.80 ^c	1.08	0.030
Semilla	11.33 ^a	10.76 ^a	8.40 ^a	1.08	0.124
Estaca	0.00 ^a	0.66 ^a	-0.00 ^a	1.08	0.664

abc Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas (P=0.05); EEM= Error estándar de las medias.

6.1.3 Método de propagación por estacas

En el Cuadro 30, se hace referencia a la sobrevivencia de las especies arbóreas estudiadas mediante el método de propagación por estacas. De las noventa estacas plantadas (30 por especie), a los 117 días que duro el experimento solo sobrevivieron 4 plantas de *G. sepium*, las cuales presentaron en promedio 4 rebrotes.

Cuadro 30. Sobrevivencia de las especies arbóreas establecidas por estacas en cuatro periodos de evaluación

Especie arbórea	Periodo				
	0	1	2	3	4
Guaje rojo (<i>Leucaena Esculenta</i>)	30/30	5/30	2/30	0/30	0/30
Mata ratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	30/30	10/30	6/30	4/30	4/30
Cuahulote (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	30/30	6/30	4/30	1/30	0/30

Periodos de toma de datos: 0=Al establecimiento; 1= A los 23 días; 2= A los 57 días; 3= A los 89 días; 4= A los 117 días.

Al primer periodo de medición después de 23 días la *L. esculenta* y *G. ulmifolia* reportaban porcentajes de mortalidad de las estacas de 83 y 80%, respectivamente; mientras que *G. sepium* tuvo un porcentaje de sobrevivencia de 50% en el mismo periodo. Para el periodo 3, después de 89 días de la plantación el porcentaje de mortalidad para *L. esculenta* fue 100% y para la *G.*

ulmifolia de 96%, sin embargo, al finalizar el periodo de lluvias en la región, al día 117 después de la siembra, ambas especies establecidas por estacas tuvieron mortalidad del 100%. Para *G. sepium*, la sobrevivencia de las estacas al finalizar la temporada de lluvias fue solo del 13.3%. Estos resultados indican que el establecimiento en campo de *L. esculenta*, *G. sepium* y *G. ulmifolia* mediante el método de propagación por estacas no es recomendable por la escasa sobrevivencia de las especies arbóreas aun en la época de lluvias en la Selva Baja Caducifolia de la Reserva Sierra de Huautla. Estos resultados no concuerdan con lo reportado en la literatura que establece que las tres especies arbóreas se propagan por estacas sin ningún problema.

En el Cuadro 31 se presentan la altura de la planta y diámetro basal para las especies arbóreas establecidas por estacas, los cuales tuvieron valores en intervalo de 72-80 cm y 38 mm para las variables altura de planta y diámetro basal, respectivamente.

Cuadro 31. Promedios de altura de la planta y diámetro basal de las especies arbóreas establecidas por el método de estacas.

Especie	Altura (cm)	Diámetro basal (mm)
Guaje rojo (<i>Leucaena Esculenta</i>)	72.43±1.31	38.76±1.11
Mata ratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	78.1±1.31	38±1.11
Cuahulote (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	79.53±1.31	38.83±1.11

Contreras *et al.* (2003) y Parrotta (1991), en estudios diferentes con *G. sepium*, concluyeron que el tamaño de las estacas tiene que ver con la sobrevivencia de

las especies, recomendando para cercas vivas de *G. sepium* estacas largas de 2.5 m de longitud y diámetros mayores a 6 cm, mientras que las estacas cortas de longitudes 50, 20, 10 cm, y diámetros de 4.5 a 5.5 cm, son más eficientes para propagarse en bancos forrajeros. Las plantadas en este experimento excedieron por 20 cm la altura y estuvieron 7 cm por debajo del diámetro basal recomendado para banco forrajero, lo cual pudo afectar la sobrevivencia efectiva de las estacas. Francis (1991), Peters *et al.* (2003) y Rodríguez *et al.* (2002), en diversos resultados hacen referencia de la baja efectividad de la propagación de la *G. ulmifolia* y la *L. esculenta* por medio de estacas; mientras que Vázquez-Yanes *et al.* (1999) a su vez hace mención que la propagación por estacas tiene baja sobrevivencia y crecimiento lento para la *L. Leucaena*. En la actualidad son muy pocos los trabajos documentados de propagación en campo utilizando estacas de *G. ulmifolia* y *L. esculenta*, por lo que resulta difícil establecer comparaciones con los datos obtenidos en esta investigación.

6.2 Experimento II.

6.2.1 Método de Propagación por Semilla

En el Cuadro 32 se presenta la respuesta a la germinación de las semillas para la siembra y resiembra de las especies arbóreas en estudio. La especie que tuvo mayor porcentaje de germinación en la siembra fue el Tepemezquite (*Lysiloma divaricata*) con 66%; seguido del Tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*) con 63% y por último el Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) con solo 10% de germinación. Cuando se realizó la resiembra los porcentajes aumentaron para *L. divaricata* aumento en 23%, *L. acapulcensis* 27% y *E. polystachya* 36%.

Cuadro 32. Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación de las especies arbóreas estudiadas.

Especie	Siembra	Resiembra	Total	(%)
Tepeguaje (<i>L. acapulcensis</i>)	19	9	28	93
Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	20	6	26	86
Palo dulce (<i>E. polystachya</i>)	3	11	14	46

El porcentaje de germinación de 93% para *L. acapulcensis* en condiciones de campo es excelente comparado con los que reportan Cervantes y Sotelo (2002) quienes hacen referencia a la capacidad de germinación de semillas de tres meses y un año de colectadas que corresponde a 95.5% y 73%, respectivamente en condiciones de vivero. A su vez Cervantes y Sotelo (2001) reportan porcentajes de germinación del 84%, en condiciones ambientales similares a las de este estudio en condiciones de vivero.

De acuerdo con el estudio realizado por el Instituto Nacional de Ecología (2007) la capacidad de germinación en *L. divaricata* con almacenamiento de tres meses hasta los cinco años puede estar entre 91 y 5%; a su vez Cervantes y Sotelo (2002) reportan porcentajes de germinación para la misma especie de 85% en condiciones de vivero. El mismo estudio del Instituto Nacional de Ecología hace mención de la capacidad de germinación de semillas de la especie *E. polystachya*, con almacenamiento de hasta un año, el cual puede estar en el rango de 55.6 y 98.5%, y a los tres años la germinación puede disminuir hasta 33.30%. Cervantes *et al.* (2001) reportaron porcentajes de germinación para *E. polystachya* del 48 a 85%. Mientras que Cervantes y Sotelo (2002) obtuvieron 20 a 70% de germinación de *E. Polystachya* de acuerdo al lugar de procedencia de la semilla. Por otro lado, en la investigación realizada por Lucatero (2012), en condiciones de clima templado en vivero con tratamiento pre-germinativo obtuvo 33.75% de germinación para la misma especie. Considerando esos antecedentes, los porcentajes de germinación del tepeguaje, tepemezquite y palo dulce fueron altos cuando la plantación se hizo en campo.

Sobrevivencia de las arbóreas estudiadas

En el Cuadro 33 se presentan los porcentajes de sobrevivencia de las especies arbóreas *L. acapulcensis*, *L. divaricata* y *E. polystachya* a 117 días durante la época de lluvias en el ejido Ajuchitlán. En los resultados se observa que *L. divaricata* tuvo 5 y 45% más de sobrevivencia que *Lysiloma acapulcensis* y *Eysenhardtia polystachya*, respectivamente. En su mayoría las plantas de *L.*

acapulcensis y *L. divaricata* que sobrevivieron procedieron de la primera siembra a excepción de *E. polystachya* donde el 28% de sobrevivencia fue para la resiembra. Las plantas de palo dulce que sobrevivieron en el presente experimento fueron las que se encontraban en la sombra. Cuando se quitó el pasto alrededor de la cepa, la exposición directa al sol y viento de *E. Polystachya* afectó negativamente su sobrevivencia.

Cuadro 33. Número de plantas y porcentajes de sobrevivencia de las especies arbóreas establecidas por semilla.

Especie	Siembra	Resiembra	Total	(%)
Tepeguaje (<i>L. acapulcensis</i>)	10	9	19	68
Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	15	4	19	73
Palo dulce (<i>E. polystachya</i>)	0	4	4	28

Una vez establecido el periodo de lluvias las plántulas germinadas de la primera siembra entraron en competencia directa por luz y humedad con el pasto que nació en el área de establecimiento de la plantación, lo que se vio reflejado en un decremento en los porcentajes de sobrevivencia los cuales disminuyeron 25, 13 y 18% para *L. acapulcensis*, *L. divaricata* y *E. polystachya*, respectivamente. En un estudio realizado por el Instituto Nacional de Ecología (2007) se tuvieron porcentajes de sobrevivencia en campo para *L. acapulcensis* y *L. divaricata* de 88 y 8 %, y de 83 y 23 %, en dos sitios diferentes respectivamente, indicando que existe un amplio margen de sobrevivencia de estas especies en función de las condiciones ambientales y el manejo de la plantación.

Altura, diámetro basal y número de rebrotes de las arbóreas estudiadas

Otras variables a evaluar fueron la altura de la planta, el diámetro basal y número de rebrotes de las especies arbóreas estudiadas, las cuales se midieron a 94 y 117 días después de la siembra. Los resultados a la siembra y resiembra se presentan en el Cuadro 34.

Cuadro 34. Comportamiento de la altura, diámetro y número de rebrotes en las plantas establecidas por semilla.

Especie	Altura (cm)	Diámetro basal (mm)	No. de rebrotes	Pr>t
Tepeguaje (<i>L. acapulcensis</i>)	23.0±1.88 ^a	3.87±0.54 ^b	11.37±1.09 ^a	0.001
Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	19.46±1.8 ^b	4.26±0.53 ^a	8.67±1.05 ^a	0.001
Palo dulce (<i>E. polystachya</i>)	1.90±2.82 ^c	0.34±0.48 ^c	1.11±1.43 ^b	0.001

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma columna muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas ($P=0.05$); **EEM**= Error estándar de las medias.

Para la altura y diámetro basal de las plantas se obtuvieron diferencias significativas para las tres especies ($P<0.01$), no obstante, el número de rebrotes fue similar entre *L. acapulcensis* y *L. divaricata* ($P>0.05$) aunque con mayor número de rebrotes que *E. polystachya* ($P<0.05$).

Cervantes y Sotelo (2002) encontraron que a los tres meses de plantado el tepemezquite alcanzó una altura media de 28 cm y diámetro de 5 mm, mientras que el el tepeguaje logró una altura de 30 cm y un diámetro de 4 mm. A los seis meses, las plantas de vivero de palo dulce obtuvieron altura de 43 cm y diámetro basal de 5 mm. Lo reportado por Cervantes y Sotelo (2002) están por encima de los observados en esta investigación, Esas diferencias se explican

por las siguientes razones: la plantación de éstas tres especies se realizó en un área de pastizales donde las plántulas tuvieron que competir directamente por espacio, luz y humedad con otras especies herbáceas.

6.2.2 Método de propagación planta de vivero

En el Cuadro 35, se hace referencia a la sobrevivencia de las especies arbóreas estudiadas mediante el método de propagación por planta de vivero. Se observó alta supervivencia de las plantas cuando éstas fueron establecidas en campo después del crecimiento y maduración en vivero; solo un individuo murió (*L. acapulcensis*) durante el periodo de establecimiento en campo en la época de lluvias.

Cuadro 35. Sobrevivencia de las especies arbóreas establecidas por planta de vivero

Especie		(%)
Tepeguaje (<i>Lysiloma acapulcensis</i>)	29/30	96
Tepemezquite (<i>Lysiloma divaricata</i>)	30/30	100
Palo dulce (<i>Eysenhardtia polystachya</i>)	30/30	100

La alta supervivencia obtenida en este estudio, muestra la adaptación de estas especies a las condiciones de la región y se consideran con alto potencial para la reforestación de la Selva Baja Caducifolia con planta de vivero.

En un estudio realizado en el noroeste del estado de Morelos (condiciones similares a las del presente estudio), Núñez y Bofil (2013), se evaluó la aplicación de composta y uso de acolchado en la supervivencia y crecimiento inicial de *L. divaricata*. El resultado fue menor (61 vs 96%) al obtenido en este

experimento aun en mejores condiciones de manejo. También González (2007) obtuvo valores de sobrevivencia de 60 y 57% para *L. divaricata* y *E. polystachya* en la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, México donde se establecieron diez especies arbustivas.

Análisis del incremento en las variables altura, diámetro basal y número de rebrotes de las arbóreas estudiadas

Al contrario de lo que sucedió con las plantas emergidas por semilla, las plantas de vivero que presentaron mayor altura fue el palo dulce, seguida del tepemezquite y tepeguaje que sólo creció en los 117 días que duró la investigación alrededor de 8 cm. El mayor incremento del diámetro basal promedio, le correspondió al palo dulce, con 6.32 mm, seguido de tepeguaje con 5.84 mm. El palo dulce, por su fenología, tuvo mayor capacidad de rebrotes comparado con las otras dos especies arbóreas (23.3 vs 11.2 y 8.8 rebrotes, respectivamente).

Cuadro 36 Incremento total en las variables medidas en el método de propagación por planta de vivero

Método de propagación	Variable		
	Altura (cm)	Diámetro basal (mm)	Rebrotes
Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	27.500±2.825	4.293±0.482	11.266±1.432
Tepeguaje (<i>L. acapulcensis</i>)	8.000±2.825	5.843±0.482	8.800±1.432
Palo dulce (<i>E. polystachya</i>)	30.566±2.825	6.32±0.482	23.200±1.432

Estos resultados sugieren que el palo dulce es recomendable propagarlo por planta de vivero, pero no por semilla, en las zonas de pastizal de la Selva Baja Caducifolia de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla.

Análisis de las Interacciones entre las especies arbóreas y el método de propagación

En el Cuadro 37 se presenta la interacción entre la especie arbórea y el tratamiento, para la altura de la planta al momento del establecimiento. Se observaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) entre la altura de las tres especies arbóreas cuando éstas fueron plantadas por planta de vivero.

Cuadro 37 . Interacción entre la especie arbórea y método de propagación la altura de la planta (cm) al establecimiento.

Método de propagación	Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	Tepeguaje (<i>L. acapulcensis</i>)	Palo dulce (<i>E. polystachya</i>)	EEM	Nivel de P
Planta de vivero	147.96 ^a	107.53 ^b	67.93 ^c	2.73	0.001
Semilla	0	0	0	2.73	1.000

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas ($P = 0.05$); **EEM**= Error estándar de las medias.

En el Cuadro 38 se presenta la interacción entre la especie y el tratamiento para la altura de la planta al término de la investigación. Se observaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) entre la altura de las tres especies arbóreas por el método de propagación de planta de vivero, mientras que para el método de propagación por semillas no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$).

Cuadro 38. Interacción entre la especie y tratamiento para la altura de la planta (cm) al final de la investigación.

Método de propagación	Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	Tepeguaje (<i>L. acapulcensis</i>)	Palo dulce (<i>E. polystachya</i>)	EEM	Nivel de P
Planta de vivero	175.46 ^a	115.53 ^b	98.50 ^c	3.60	0.001
Semilla	14.20 ^a	12.40 ^a	1.90 ^a	3.60	0.050

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas (P=0.05); **EEM**= Error estándar de las medias.

En el Cuadro 39 se presenta la interacción de la especie arbórea y el método de propagación en campo para el diámetro basal de la planta al momento del establecimiento. Para el método de propagación por planta de vivero hubo diferencias estadísticas altamente significativas (P<0.01).

Cuadro 39. Interacción entre la especie arbórea y el método de propagación para el diámetro basal (mm) al establecimiento.

Método de propagación	Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	Tepehuaje (<i>L. acapulcensis</i>)	Palo dulce (<i>E. polystachya</i>)	EEM	Nivel de P
Planta de vivero	6.49 ^b	12.04 ^a	2.53 ^c	0.26	0.001
Semilla	0	0	0	0.26	1.000

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas (P=0.05); **EEM**= Error estándar de las medias

En el Cuadro 40 se concentra la información obtenida como resultado de la interacción entre la especie arbórea y el método de propagación para el diámetro basal de la planta al final de la investigación. Para el método de propagación planta de vivero se presentan diferencias significativas (P<0.01) entre las tres especies, y para el método de propagación por semillas *L.*

divaricata y *L. acapulcensis* no presentan diferencia significativa entre ellas, sin embargo si hubo diferencias significativas con *E. polystachya* ($P>0.05$).

Cuadro 40. Interacción entre la especie y tratamiento para el diámetro basal (mm) al final de la investigación.

Método de propagación	Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	Tepeguaje (<i>L. acapulcensis</i>)	Palo dulce (<i>E. polystachya</i>)	EEM	Nivel de P
Planta de vivero	10.78 ^b	17.88 ^a	8.85 ^c	0.54	0.001
Semilla	2.50 ^a	2.75 ^a	0.34 ^b	0.54	0.05

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas ($P=0.05$); **EEM**= Error estándar de las medias

En el Cuadro 41 se presentan los resultados obtenidos de la interacción entre la especie arbórea y el método de propagación para el número de rebrotes al inicio de la investigación. Para el método de propagación planta de vivero se presentan diferencias significativas ($P<0.01$) entre las tres especies.

Cuadro 41. Interacción entre la especie y tratamiento para el número rebrotes al establecimiento.

Método de propagación	Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	Tepeguaje (<i>L. acapulcensis</i>)	Palo dulce (<i>E. polystachya</i>)	EEM
Planta de vivero	13.10 ^b	6.30 ^c	19.30 ^a	±0.77
Semilla	0	0	0	±0.77

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas ($P=0.05$); **EEM**= Error estándar de las medias.

En el Cuadro 42 se presenta la interacción de la especie arbórea y el método de propagación en campo para el número de rebrotes al final de la investigación. Para el método de propagación por planta de vivero no se observaron

diferencias significativas entre las tres especies, mientras que para el método de propagación por semillas *L. divaricata* y *L. acapulcensis* no presentan diferencia significativa entre ellas, sin embargo si hubo diferencias significativas con *E. polystachya* ($P>0.05$) en número de rebrotes.

Cuadro 42. Interacción entre la especie y tratamiento para el número rebrotes al final de la investigación.

Método de propagación	Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	Tepeguaje (<i>L. acapulcensis</i>)	Palo dulce (<i>E. polystachya</i>)	EEM	Nivel de P
Planta de vivero	24.36 ^b	15.10 ^c	42.50 ^a	1.52	0.001
Semilla	6.85 ^a	5.48 ^a	1.11 ^b	1.52	0.05

^{abc} Medias con diferente literal dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre las especies arbóreas ($P=0.05$); **EEM**= Error estándar de las medias

7. CONCLUSIONES

Experimento I

Gliricidia sepium fue la arbórea que mostró mayor porcentaje de germinación y sobrevivencia al establecimiento en campo; también fue la especie que tuvo mayor desarrollo del diámetro basal durante la temporada de lluvias, lo que la convierte en la especie arbórea con mayor posibilidad de sobrevivencia a largo plazo. *Guazuma ulmifolia* mostró el más bajo porcentaje de germinación a la siembra, pero tuvo la mejor respuesta a la resiembra. Sin embargo, *Leucaena esculenta* fue la arbórea que tuvo mayor adaptación a las condiciones climatológicas y edáficas de la zona de estudio, presentando mayor crecimiento y número de rebrotes cuando fue establecida por semilla y planta de vivero. Ninguna de las especies arbóreas estudiadas tuvo respuesta satisfactoria cuando fueron establecidas por estacas.

Experimento II

La especie arbórea que mostró mayor porcentaje de germinación, sobrevivencia e incremento de diámetro basal al establecimiento por semilla fue *Lysiloma divaricata*. Sin embargo, la mejor respuesta a la resiembra la tuvo *Lysiloma acapulcensis*, con mayor incremento de altura y número de rebrotes. No obstante, *Eysenhardtia polystachya* fue la especie arbórea que mostró mayor crecimiento, diámetro basal y número de rebrotes cuando fue establecida por planta de vivero.

La alta sobrevivencia de *Lysiloma divaricata*, *Eysenhardtia polystachya*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena esculenta* y *Lysiloma acapulcensis*, mediante la propagación por planta de vivero permite recomendar al método de propagación y a estas especies arbóreas para el establecimiento de sistemas agroforestales, reforestación y restauración de la vegetación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla.

Los resultados indican que el método de propagación por planta de vivero fue más efectivo para el establecimiento de las especies arbóreas estudiadas. Asimismo, la propagación por semilla mostró también buenos resultados excepto para *Eysenhardtia polystachya*. Definitivamente, la propagación de las arbóreas *Leucaena esculenta*, *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia* por siembra de estacas no es recomendable para las condiciones del ejido Ajuchitan, Morelos.

8. LITERATURA CITADA

- Baldini, E. 1992. Arboricultura general. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 352 p.
- Beer J., F. 1994. Consideraciones básicas para el establecimiento de especies maderables en linderos. *Agroforestería de las Américas* 1: 21-24.
- Benítez, B. G., M. S. Pulido, M. Z. Equihua. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A.C. Sistema de Investigación del Golfo de México. Comisión Nacional Forestal. Xalapa, Ver. México.
- Boyás, D. J. C., M. A. S. Cervantes, J. M. G. Javelly, M. M. A. Linares, F. A. Solares, R.M. E. Soto, I. T. Naufal, y L. C. Sandoval. 1993. Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos. SAGAR, INIFAP, CIRCE. 245 p.
- Carretero, C. I. 2008. Manual Práctico de Agroforestería. Madrid España
- Cervantes, S. M. A., y B. M. E Sotelo. 2002. Guías técnicas para la propagación sexual de 10 especies latifoliadas de la selva baja caducifolia en el estado de Morelos. SAGARPA. INIFAP. Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Morelos. México.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. Tercera edición. Zapopan, Jalisco, México. 298 p.
- Contreras V., A. Ochoa, E. Moreno. 2003. Evaluación preliminar de las implicaciones agronómicas de la longitud y diámetro de las estacas en la propagación vegetativa de *Gliricidia sepium*. *Revista Zootecnia tropical* 167-181.
- Cruz, L. A. 2005. Diagnóstico de recursos naturales de la comunidad de Ajuchitlán Tlaquiltenango, Morelos. México. Universidad Autónoma Chapingo. 111p.
- De Luca, N. 2010. Características de las semillas, tratamientos pregerminativos, técnicas de recolección y almacenamiento. Curso de reforestación. Disponible en <http://cursoreforestacion.files.wordpress.com/2010/05/tecnicas-y-tratamientos-pregerminativos.pdf>. Consultado en mayo de 2013.
- Durango R. D. 1990. Composición y transformación de la finca como estructura de producción en parcelas del municipio Padilla, Cauca. Universidad Nacional de Colombia. 102 p.

- FAO. 2005. Los servicios ambientales de los bosques. Vol. 16. No.3. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/95>.
- Ferrara, C. R. y S.J. Villerias. 1984. Effects of Glomus-Rhizobium Double Inoculation on the Growth of Eysenhardtia polystachya. (ORT) SARG. Sección de Microbiología, Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 2:15-16.
- Francis, John K. 1991. *Guazuma ulmifolia* Lam. Guácima. SO-ITF-SM-47. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
- Francisco A.G. 2002. Nota técnica: Evaluación de una plantación de *Gliricidia sepium* durante el periodo de establecimiento. Evaluación experimental de pastos y forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba
- Francisco, G., y I. Hernández. 1998. *Gliricidia sepium* Jacq (Kunth y Walp), árbol multipropósito para una ganadería sostenible. Pastos y forrajes. 21(3): 191-203. Cuba.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Segunda edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 pp.
- Gazca G. M.M., y H.M. Benavides. 2012 Ensayo de leguminosas para la reforestación de la 2ª sección del Bosque de Chapultepec. INIFAP. Revista. Mexicana de. Ciencias. Forestales. Vol. 3 Núm. 14
- Glover, N. N. 1989. *Gliricidia* production and use. Nitrogen Fixing Tree Association. Waimanalo, USA. 44 p
- Gómez, D. J. D. 2008. Determinación de los almacenes de carbono en los compartimentos aéreo y subterráneo de dos tipos de vegetación en la Reserva de la Biósfera "Sierra de Huautla", Morelos, México. Tesis de doctorado. Colegio de Posgraduados. 198 h.
- Gómez, María Elena, Rodríguez , Lylian, Murgueitio, E., Ríos, Clara I., Molina C.H., Molina, C.H., Molina, E. y Molina, J.P. 1995. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV, Cali, Colombia, 129p.
- González, H. M. E. 2007. Establecimiento en sus primeras etapas de diez especies arbustivas nativas, en la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui Querétaro. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. México.

- Hernández y Martínez, 1995. Vegetación del Río Huimilpan-Pueblito. Diagnóstico integral del río El Pueblito, Corregidora, Querétaro. R. Martínez Coordinador. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Hernández, L. 2001. Manual para la valoración en campo de la vegetación y la diversidad florística como indicadores de servicios ambientales. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales Universidad Autónoma de Querétaro.
- Hernández-Vargas, G., L. R. Sánchez-Velásquez y F. Aragón. 2001. Tratamientos pregerminativos de cuatro especies arbóreas de uso forrajero en la Selva baja caducifolia de la Sierra de Manantlán. *Foresta veracruzana* 1 (3): 9-15
- Huerto Urbano. 2012. Taller de Huerto Urbano de primavera. Barrio Yungay. www.cultivosurbanos.org/biohuerto.ceuc. Consultado en abril de 2013.
- Ibrahim M., A. Camero., J. C. Camargo y H. J. Andrade. 1999. Sistemas Silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE. Disponible en <http://www.sidalc.net/repdoc/A6121E/A6121E.PDF>.
- ICRAF. 1982. Annual report. Nairobi, Kenya.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. Carta de uso actual del suelo y vegetación. Serie III. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Información Nacional, por entidad Federativa y Municipios. México. Disponible en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/>.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2013. Población, Hogares y Vivienda. México. Disponible en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=17484>.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias). 2001. Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos. Publicación especial No 7. Campo Experimental "Zacatepec", Morelos, México.
- Instituto Nacional de Ecología. 2007. Reforestación productiva con leguminosas nativas, en el ejido de Amapilca municipio de Alcozauca, Guerrero estudio de caso. Disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/21/estudio.html>
- López, P. D., y N. G. Carazo. 2005. La producción de esquejes. *Horticultura* 5: 22-29.

- Lucatero B. A. 2012. Tratamiento pregerminativo y producción en invernadero de planta de calidad de *Eysenhardtia polystachya* y *Guazuma ulmifolia*. Tesis de M.C. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Lundgren, B. y Raintree, J.B. 1982. Sustained agroforestry. In Agricultural research for development: potentials and challenges in Asia. Ed. By B. Nestel. The Hague, The Netherlands, ISNAR. p. 37-49.
- MALC (Movimiento Agroecológico para Latinoamérica y el Caribe). 2004. Agroforestería en Latinoamérica: experiencias locales. Memoria del taller regional de intercambio de experiencias: "Tecnologías Locales en Agroforestería". Realizado del 4 al 7 de Junio del 2004, Buga, Colombia.
- Maldonado, B. J. 1997. Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de M.C. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 149pp.
- Montagnini F. 1986. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. OET, OICD, DHR. San José, Costa Rica. 622 p.
- Moreno- Casasola P., D. Infante M., A.C. Travieso-Bello y C. Madero V. 2009. Manual para la reforestación de los Médanos. Instituto de Ecología A.C. CONAFOR Y CONACYT. Xalapa, Ver. México. 100pp.
- Musálem, S. M. A. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. 120 p.
- Musálem. S. M.A. 1998. Sistemas Agrosilvopastoriles. Apuntes del curso de Agroforestería. Universidad Autónoma Chapingo. 120 p.
- Nair, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3; p 97-128.
- Navas A., H. Patiño, J. E. Vargas, J. Estrada. Producción de *Gliricidia sepium* (matarratón) en bancos de alta densidad. J.2000. Departamento de Sistemas de Producción, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia
- Nuñez C. A. y C. Bonfil. 2013. Establecimiento inicial de tres especies del bosque tropical seco en un pastizal degradado: efectos del Uso de acolchado y compost. Departamento de Ecología y Recursos Naturales Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- Ospina A. A. 2003. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Cali, Colombia: ACASOC. 205 p

- Ospina, A. A. 2008. Aproximación a la definición de Agroforestería ecológica. Cali, Colombia. www.agroforesteriaecologica.com (en línea).
- Otárola, A. 1995. Cercas vivas de madero negro: Práctica agroforestal para sitios con estación marcada. *Agroforestería de las Américas* 2(5):24-30.
- Parrotta, John A. 1992. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Gliricidia, mother of cocoa. SO-ITFSM-50. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p.
- PCMREBIOSH (Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla). 2005. Comisión Nacional de Áreas Protegidas. SEMARNAT. Morelos. 207 p.
- Pennington, T. D., y J. Sarukhán. 1968. Árboles tropicales de México. United Nations/FAO. 413p
- Pérez M. R. A., y Aguilar O. S. 2007. Árboles del parque nacional Sarigua y las áreas secas de los alrededores. Smithsonian Tropical Research Institute.
- Peters M., L.H. Franco, A. Schmidt y B. Hincapié. 2002. Especies forrajeras multipropósito opciones para productores de Centroamérica. Cali, Colombia. 114pp.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2002. Manual técnico de plantaciones forestales. Cajamarca, Perú, 117 p.
- Rivas T. D. 2005. Sistemas Agroforestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 8 pp.
- Rodríguez I., J.A. Lazo, T.E. Ruíz, G. Febles. 2002. Nota acerca del uso de hormonas del crecimiento en la propagación vegetativa de *Leucaena Leucocephala*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Vol. 36. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. 81-84pp.
- Rodríguez R. G., J. Dorantes L., E. Aquino R. 2009. Ensayo de especies forestales en la zona cálida del centro del estado de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, vol. 11, núm. 1, 2009, pp. 19-24. Recursos Genéticos Forestales. México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49711999004>
- Rodríguez, T. D. A. y M. L. Duryea. 2003. Indicadores de calidad de planta en *pinus palustris* mill. *Agrociencia*, 37: 299-307.
- Rojas, S., J. García, y M. Alarcón. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Ed. Produmedios. Colombia. 56 p.

- Sablón, A. 1985. Dendrología. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. p. 65
- SEDESU, 1994. Plan de Acción para combatir la desertificación en México. Comisión Nacional de las Zonas áridas. Saltillo Coahuila. México. pp 38.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México, Compendio de estadísticas ambientales. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, México.
- Simón, L. 1996. Rol de los árboles y arbustos multipropósito en las fincas ganaderas. Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Ed. Tyrone, clavero. Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. pp 41-47.
- Sistema de Información para la reforestación (SIRE). Paquetes Tecnológicos. 2010. *Leucaena esculenta* Lam. (en línea). Consultado el 8 de junio de 2013. Disponible en <http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Fichas%20Técnicas/Guazuma%20ulmifolia.pdf>.
- Torquebiau. E. 1990. Conceptos de Agroforestería: Una Introducción. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. México 92 p.
- Ugalde A.L.A. 1997. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto madeleña en Guatemala. CATIE. Turrialba, Costa Rica 300 pp.
- Varela, S. A., y V. Arana. 2011. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Serie técnica sistemas Forestales Integrados. Área Forestal INTA EEA Bariloche. Disponible en: http://inta.gob.ar/...y...tratamientospregerminativos/.../INTA_latencia.pdf. Consultado en abril de 2013.
- Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis-Muñoz, M. I. Alcocer-Silva, M. G. Díaz y C. Sánchez-Dirzo. 1999. Árboles y Arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. Consejo Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad-Instituto de Ecología, UNAM, México, D.F. Disponible en <http://conabio.gob.mx/árboles/introd-J084.html>. Consultado en abril de { 82013.

9. ANEXOS

Anexo 1 Semillas



Semilla de *Lysiloma acapulcensis*



Semilla de *Gliricidia sepium*



Semilla de *Guazuma ulmifolia*



Semilla de *Leucaena esculenta*

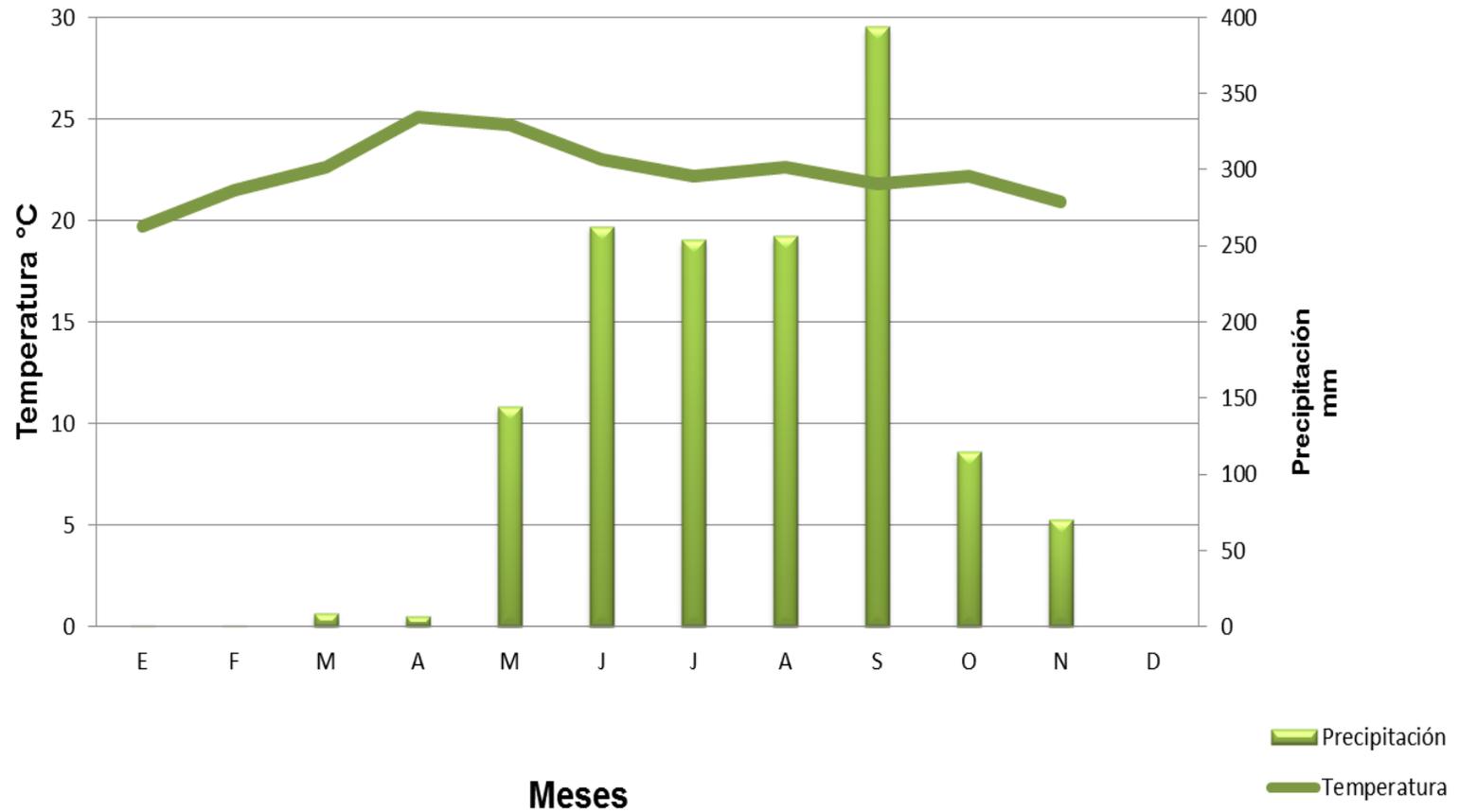


Semilla de *Lysiloma divaricata*



Semilla de *Eysenhardtia polystachya*

Anexo 2. Diagrama ombrotérmico del estado de Morelos año 2013



Fuente. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

Anexo 3. Fotografías del establecimiento del experimento 1





Anexo 4. Establecimiento Experimento II



Anexo 5. Resultados



