



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
CHAPINGO**

**DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA
E INVESTIGACIÓN SUELOS**

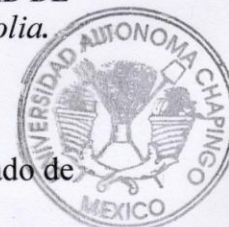


**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TRATAMIENTO PREGERMINATIVO Y PRODUCCIÓN
EN INVERNADERO DE PLANTA DE CALIDAD DE**
Eysenhardtia polystachya y *Guazuma ulmifolia*.

TESIS

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



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DIRECCIÓN DE EXÁMENES PROFESIONALES

LUCATERO BIRRUETA ARACELI

Chapingo, Estado de México, Julio de 2012

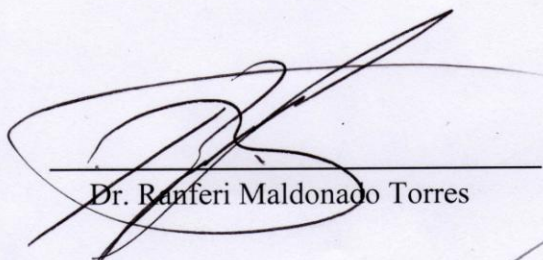


**TRATAMIENTO PREGERMINATIVO Y PRODUCCIÓN EN
INVERNADERO DE PLANTA DE CALIDAD DE**
Eysenhardtia polystachya y *Guazuma ulmifolia*

Tesis realizada por ARACELI LUCATERO BIRRUETA bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

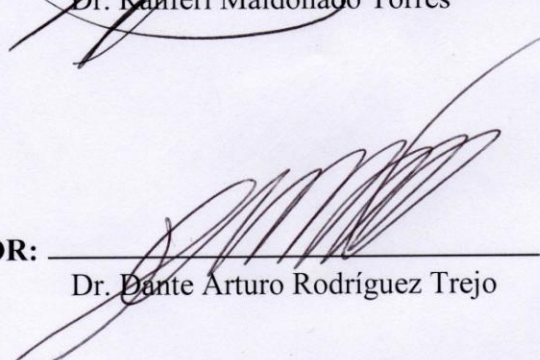
**MAESTRA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

DIRECTOR:



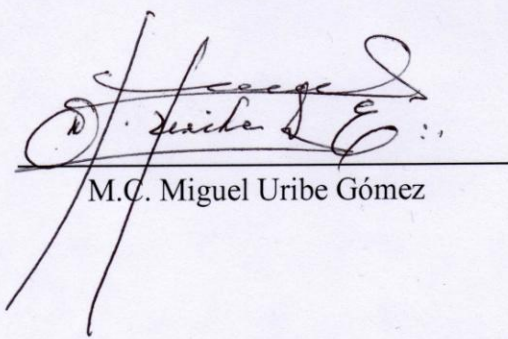
Dr. Ranferi Maldonado Torres

CO-DIRECTOR:



Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo

ASESOR:



M.C. Miguel Uribe Gómez

DEDICATORIA

A **DIOS**, EL PRINCIPIO DE TODO, QUE SIN ÉL NADA DE ESTO FUERA POSIBLE, POR
PERMITIRME VIVIR ESTA EXPERIENCIA SIN IGUAL

A MI COMPAÑERO DE VIDA **FRANCISCO**, POR SU APOYO EN
TODA ESTA ETAPA, POR AMAR Y CONSERVAR A NUESTRA
FAMILIA

A MIS HIJOS **URIEL Y BELÉN** QUE SON LA
LUZ DE MI VIDA

A MIS HERMANOS **NORMA LUZ, ROBERTO Y RAMIRO**
POR APOYARME INCONDICIONALMENTE CADA VEZ QUE
LOS NECESITO

A MIS AMIGOS ENTRAÑABLES **PATRICIA, MANUEL, LUIS**
VELÁZQUEZ, SOFIA Y CESAR, POR ESAS LARGAS CHARLAS
QUE SE AGRADECEN INFINITAMENTE

A MIS COMPAÑEROS DE LA MAESTRÍA: **AIKO, AMBROSIO, CÉSAR, ERNESTO,**
GERARDO, JOSÉ LUIS, MANUEL, MINERVA, MIGUEL, NOÉ, NOEMÍ, NILZE,
PALOMA, SOFÍA Y YAMILI, POR LOS MOMENTOS COMPARTIDOS.

AGRADECIMIENTOS

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (**CONACYT**) POR EL APOYO FINANCIERO QUE ME PERMITIÓ CONCLUIR UNA ETAPA MÁS EN MI CRECIMIENTO PROFESIONAL. CVU/BECARIO 343306/237441

A LA **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO** POR SER UNA VEZ MÁS MI ALMA MATER Y BRINDARME CONOCIMIENTOS, TRADICIONES Y LA EXPERIENCIA DE LOS SERES QUE SE HAN FORJADO EN SUS HABERES

A LOS **DEPARTAMENTOS DE SUELOS Y BOSQUES** POR EL ESPACIO Y APOYO QUE ME BRINDARON EN MI FORMACIÓN ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN

AL **DR. RANFERI MALDONADO TORRES** POR SU APOYO INCONDICIONAL TANTO EN EL APOORTE DE CONOCIMIENTOS COMO DE INSUMOS A LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

AL **DR. DANTE ARTURO RODRÍGUEZ TREJO**, QUE A PESAR DE SU CARGA ACADÉMICA, SE DIO GRANDES MOMENTOS PARA APOYAR Y REVISAR ESTA INVESTIGACIÓN

AL **M.C. MIGUEL URIBE GÓMEZ** POR SUS SABIAS APORTACIONES

AL **DR. MATEO VARGAS HERNÁNDEZ** POR SU VALIOSO APOYO EN EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

AL **SR. MARGARITO TAJONAR PLIEGO** POR COMPARTIR SUS VASTOS CONOCIMIENTOS SOBRE SU HERMOSA TIERRA Y A SU ESPOSA VERONICA POR RECIBIRME CON LOS BRAZOS ABIERTOS EN SU CASA

AL **ING. JUAN RUPERTO VERGARA GONZÁLEZ**, ADEMÁS DE LOS TÉCNICOS **GERARDO MENDOZA ÁNGELES Y MAURICIO ALFÁRO CAMACHO**, POR SU IMPORTANTE APOYO EN LA FASE DE LABORATORIO Y VIVERO, RESPECTIVAMENTE DURANTE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

ESPECIAL AGRADECIMIENTO A **MARIA DOLORES CORONEL SÁNCHEZ** POR BRINDARME SU AMISTAD SINCERA Y APOYO LOGÍSTICO AL TRANSITAR POR AGROFORESTERÍA.

DATOS BIOGRÁFICOS



Nombre: Araceli Lucatero Birrueta

Lugar y fecha de nacimiento: Apatzingán, Michoacán el 24 de Noviembre de 1978

CURP: LUBA781124MMNCRR04 **RFC:** LUBA7811248A2 **Cédula:** 3947038

Correo electrónico: araceli_lucatero@hotmail.com

FORMACIÓN ACADÉMICA

Preparatoria: Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

Licenciatura: Ingeniería en Planeación y Manejo de Recursos Naturales Renovables en la Universidad Autónoma Chapingo.

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

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Servicios profesionales para el proyecto “Integración de Información Cartográfica Digital mediante un SIG para 16 Distritos de Temporal Tecnificado (DTT) de la CONAGUA” en el periodo de agosto a octubre de 2011.

Responsable de Sistemas de Información Geográfica para la empresa Colectivo Tequio S.C. de R.L. de C.V. durante el periodo agosto de 2007 a abril de 2008.

Servicios profesionales para el proyecto “Establecimiento de módulos piloto de uso de Energía Solar como estrategia de desarrollo limpio de la Chinantla, Oaxaca” entre el PNUMA y la UACH, durante el periodo de enero a agosto de 2007.

Asesor técnico de la empresa Manejo Integral de Cuencas para realizar la Evaluación de la Capacidad Institucional de Bosque Sustentable A.C. en septiembre de 2003.

Residente de obra en el contrato de obra pública LP/013/2002 para la supervisión de la plantación de 20,000 árboles del Parque Estatal Sierra Patlachique entre la UACH y la Secretaría de Ecología del Estado de México, de julio de 2002 a agosto de 2003.

TRATAMIENTO PREGERMINATIVO Y PRODUCCIÓN EN INVERNADERO DE PLANTA DE CALIDAD DE *Eysenhardtia polystachya* y *Guazuma ulmifolia*

PRETREATMENT AND GREENHOUSE PRODUCTION OF QUALITY PLANT OF *Eysenhardtia polystachya* y *Guazuma ulmifolia*

Araceli **Lucatero-Birrueta**¹, Ranferi **Maldonado-Torres**², Dante Arturo **Rodríguez-Trejo**³

RESUMEN

La selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio (BTC) es un tipo de vegetación que alberga gran cantidad de especies de flora y fauna, sin embargo, también es el más amenazado de los bosques tropicales del mundo. La gran diversidad de plantas nativas de uso múltiple hace que sea de interés para la conservación y aprovechamiento de este ecosistema.

En cualquier opción que se decida emprender, conservación, restauración o reforestación de este tipo de vegetación, es necesario conocer aspectos básicos de la propagación de plántulas, tales como: tratamientos pregerminativos, la producción en vivero y la evaluación de calidad de planta antes de colocarlas en el lugar definitivo. El presente trabajo muestra los resultados de diferentes tratamientos pregerminativos, sustratos y fertilización aplicados a *Eysenhardtia polystachya* (Palo dulce) y *Guazuma ulmifolia* (Guácima), especies arbóreas presentes en el BTC y su correlación con la producción de planta de calidad.

El resultado obtenido para tratamiento pregerminativo que mejor funcionó en palo dulce, fue testigo sin ala (58.75%) y, en guácima fue la inmersión en agua a 85°C por dos minutos, enjuagar y repetir el procedimiento (80.81%). En la etapa de producción, los mejores tratamientos para supervivencia en palo dulce fueron con menor cantidad de composta, con y sin fertilización y, con fertilización en la evaluación de calidad. Para guácima el tratamiento sin fertilización fue el mejor respecto a supervivencia y calidad de planta.

Finalmente, se debe mencionar que los atributos e indicadores morfológicos obtenidos permiten inferir que las plantas probablemente resistirán las condiciones de sequía presentes en el lugar de procedencia.

Palabras clave: Tratamiento pregerminativo, producción en invernadero, calidad de planta, *Eysenhardtia polystachya* y *Guazuma ulmifolia*

ABSTRACT

The tropical deciduous forest (TDF) is a type of vegetation that shelters great quantity of species of wildlife. However, it is also the most threatened of the tropical forests of the world. The great diversity of native multipurpose plants makes it interesting for the conservation and exploitation of this ecosystem.

Even if it is decided to undertake conservation, restoration or reforestation of this type of vegetation, it is necessary to know basic aspects of the seedlings propagation, such as: germinative pretreatments, nursery production and the assessment of plant quality before placing them in the definitive place. The present work shows the results of different pretreatments, growing media and fertilization applied to *Eysenhardtia polystachya* (Palo dulce) and *Guazuma ulmifolia* (Guácima), tree species that are present in the TDF and its correlation with the production of plant quality.

The result obtained for the germination pretreatment that worked better in palo dulce, was the control without wing (58.75%) and, in guácima it was the immersion in water at 85°C for two minutes, rinse and repeat (80.81%). In the stage of production, the best treatments for the survival of palo dulce were the ones with less quantity of compost, with and without fertilization and, the treatment with fertilization in the evaluation of quality. For guácima the treatment without fertilization was the best regarding survival and seedling quality.

Finally, it is necessary to mention that the morphological attributes and indicators obtained infer that the likely plants will resist present conditions of drought in the place of origin.

Key words: Pretreatment greenhouse production, plant quality, *Eysenhardtia polystachya* and *Guazuma ulmifolia*

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	4
2.1 OBJETIVOS	4
2.2 HIPÓTESIS	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3.1 AGROFORESTERÍA.....	5
3.2 METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO	5
3.3 POTENCIAL AGROFORESTAL	7
3.4 IMPORTANCIA DE LA VEGETACIÓN NATIVA	8
3.5 ÁRBOL DE USO MÚLTIPLE	9
3.6 PALO DULCE (<i>EYSENHARDTIA POLYSTACHYA</i> (ORT.) SARG.)	10
3.7 GUÁCIMA (<i>GUAZUMA ULMIFOLIA</i> LAM.)	17
3.8 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS	26
3.9 PROCESO DE PRODUCCIÓN	27
3.10 CALIDAD DE PLANTA.....	29
3.11 SUSTRATO O MEDIO DE CULTIVO.....	32
3.12 MANEJO NUTRIMENTAL	33
3.13 VARIABILIDAD GENÉTICA	34
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
4.1 LOCALIZACIÓN	36
4.2 ELECCIÓN DE ESPECIES	38
4.3 RECOLECTA	39
4.4 ANÁLISIS DE SEMILLAS.....	39
4.5 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.....	41
4.6 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA	43
4.7 CONFORMACIÓN DEL SUSTRATO.....	44
4.8 MANEJO NUTRIMENTAL	45
4.9 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTA.....	45
4.10 DISEÑO EXPERIMENTAL	48
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
5.1 ELECCIÓN DE ESPECIES.....	51
5.2 ANÁLISIS DE SEMILLAS.....	52
5.3 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS	53
5.4 PRODUCCIÓN.....	54
5.5 CALIDAD DE PLANTA.....	58
VI. CONCLUSIONES	65
VII. LITERATURA CITADA	66
ANEXO 1. Superficie del BTC y su condición en los estados.	73
ANEXO 2. Listado de especies leñosas de usos múltiples en el ejido “Los Sauces”	74

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Factores que influyen en la selección de materiales al formular un sustrato. .	33
Cuadro 2. Especies leñosas con mayor cantidad de usos en el ejido Los Sauces.	51
Cuadro 3. Resultado del análisis de semillas en palo dulce y guácima.	52
Cuadro 4. Comparación de medias en tratamiento pregerminativo para palo dulce.	53
Cuadro 5. Comparación de medias en tratamiento pregerminativo para guácima.	54
Cuadro 6. Composición de productos A, B y Nutremás®.....	56
Cuadro 7. Comparación de medias en supervivencia para palo dulce.	57
Cuadro 8. Comparación de medias en supervivencia para guácima.	57
Cuadro 9. Comparación de medias de indicadores de calidad de planta en palo dulce. ..	61
Cuadro 9. Continuación. Comparación de medias de indicadores de calidad de planta en palo dulce.	61
Cuadro 10. Comparación de medias de indicadores de calidad de planta en guácima. ...	64
Cuadro 10. Continuación. Comparación de medias de indicadores de calidad de planta en guácima.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de palo dulce.....	12
Figura 2. Árbol de guácima.....	18
Figura 3. Ubicación de la presente investigación.....	36
Figura 4. Ubicación de la procedencia de la semilla y destino final de la plántula.	37
Figura 5. Entrevista con ejidatarios del ejido Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.	38
Figura 6. Recolecta de palo dulce en el ejido Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.	39
Figura 7. Determinación del peso en semillas de guácima.	40
Figura 8. Prueba de germinación en semillas de guácima.	41
Figura 9. Colocación de semillas en la cámara de germinación.	42
Figura 10. Semillas germinadas de guácima.	42
Figura 11. Invernadero donde se produjeron las dos especies.	43
Figuras 12 y 13. Siembra de palo dulce en almácigo y trasplante de guácima en bolsa.	43
Figura 14. Conformación del sustrato para palo dulce.	44
Figura 15. Conformación del fertilizante con A, B y nutremás®.	45
Figura 16. Muestras de plántulas de palo dulce para análisis morfológico.	46
Figura 17. Muestras de plántulas de guácima para análisis morfológico.	46
Figura 18. Determinación del peso parte aérea y subterránea en guácima.	47
Figura 19. Determinación de la tensión hídrica con la cámara de presión Scholander. ..	48
Figura 20. Energía germinativa de los tratamientos aplicados en palo dulce.	53
Figura 21. Resultados del análisis de sustrato 50-40-10.	55
Figura 22. Resultados del análisis de sustrato 50-30-20.	55
Figura 23. Resultados de tensión hídrica en palo dulce	60
Figura 24. Resultados de tensión hídrica en guácima.	63

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la pérdida de especies se considera un problema ambiental global, debido al impacto que el hombre genera sobre sus ecosistemas, al respecto Dirzo (1993) menciona que es urgente promover la conservación de la biodiversidad en hábitats perturbados mediante la restauración ecológica en sitios de extracción forestal o de agricultura rural.

México es considerado un país megadiverso debido a que forma parte del grupo de naciones poseedoras de la mayor diversidad de animales y plantas, en este último concepto, se ubica en el quinto lugar con 23,424 plantas vasculares, muchas de las cuales se encuentran en la zona tropical (Llorente y Ocegueda, 2008), esta región presenta tres tipos de vegetación con estrato arbóreo según la compilación de Rzedowski (2006); bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio y bosque tropical caducifolio o Selva Baja Caducifolia (SBC) de las cuales esta última ocupa el 60% del área total del bosque tropical mexicano (Trejo y Dirzo, 2000) y, presenta la mayor diversidad de su tipo en el mundo (Dirzo, 1992), con un considerable número de endemismos que se aproximan al 60% de sus especies (Rzedowski, 1991). Sin embargo también es considerado el ecosistema tropical más amenazado en América (Janzen, 1988). Según Rzedowski (1978), este ecosistema cubría el 8% de nuestro territorio, para 1990 el 27% de éste, se encontraba en buen estado de conservación, 27% se encontraba ya alterado, 23% degradado y el 23% restante ha desaparecido (Trejo y Dirzo, 2000).

Este hecho recurrente puede mencionarse a nivel estatal, en condiciones históricas todavía más alarmantes a las presentadas a nivel nacional en los estados de Veracruz, Chiapas, Guerrero y Colima que presentan los mayores índices de deforestación 7.1, 4.7, 1.9 y 1.5 respectivamente (Bonfil y Trejo, 2010). El estado de Morelos que también

presenta en su cobertura forestal este tipo de vegetación, no es la excepción, como lo reporta el Inventario Nacional Forestal Continuo de 1994, donde se menciona que desde hace 20 años la SBC ha sido perturbada en un 50% aproximadamente, ya que de las 360,000 hectáreas preexistentes (73% de su superficie), 109,317 presentan alto grado de perturbación y 62,127 se encuentran medianamente perturbadas (Cervantes y Sotelo, 2002). Cifras más recientes mencionan que esta cobertura vegetal sólo se encuentra en el 24% de la superficie estatal (Bonfil y Trejo, 2010), siendo las principales causas: el cambio de uso de suelo para el establecimiento de cultivos agrícolas, impacto de la ganadería y asentamientos humanos. Además de la recurrente presencia de incendios (INIFAP, 2001).

A pesar del deterioro de este ecosistema a nivel nacional y estatal, el estudio de la SBC ha presentado un claro descuido por parte de las autoridades y de los estudiosos del sector forestal, debido posiblemente, a la falta de información técnica sobre propagación y producción de sus especies nativas de uso múltiple y a la inadecuada apreciación de su valor desde los puntos de vista ecológico, económico y social (Cervantes y Sotelo, 2002).

Es por estas razones que el restaurar la cubierta vegetal se ha convertido en una necesidad inaplazable y para esto es necesario conocer y valorar las especies nativas presentes en este ecosistema. Vázquez *et al.* (1999) mencionan que para hacer un uso exitoso de las especies nativas de cada región en programas de desarrollo de sistemas agroforestales, restauración ecológica o reforestación es indispensable profundizar en el conocimiento sobre la biología, la ecología y la agronomía, ésta última en sus apartados de propagación y manejo de las especies, a fin de desarrollar técnicas eficientes de propagación y posibilitar la domesticación de las mismas. También se enfatiza en la

importancia de considerar la utilidad de las especies para la población que las aprovecha, ya que ello redundará en la apropiación, cuidado y conservación de las zonas restauradas.

Como parte integral de la flora del estado de Morelos y específicamente de la Sierra de Huautla se encuentran Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y Guácima (*Guazuma ulmifolia*) que son dos especies nativas de uso múltiple y que de acuerdo a su diversidad e intensidad de uso, ocupan el primer y tercer lugar respectivamente, de las especies más importantes. Sin embargo también con base en los criterios de diversidad e intensidad de usos, grado de comercialización y abundancia, se consideran las especies más amenazadas en la SBC de dicha entidad (INIFAP, 2001). Derivado de esto, el objetivo principal de este estudio es producir estas especies mediante un sistema controlado de invernadero para restaurar e incrementar la cobertura forestal de estos ecosistemas en el estado de Morelos.

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 OBJETIVOS

1. Seleccionar las especies mediante la aplicación de la Metodología de diagnóstico y diseño (*D&D*), para proponerlas como especies útiles en la reforestación de la zona de estudio.
2. Determinar el mejor tratamiento pregerminativo de cada una de las especies, mediante revisión de literatura y posterior validación en laboratorio y vivero con la finalidad de optimizar el tiempo de producción.
3. Producir plántula en sustratos con diferentes componentes, aunado al manejo nutrimental y en condiciones que le permitan expresar su potencial genético para determinar su efecto en supervivencia y calidad de planta.
4. Evaluar calidad de planta mediante características morfológicas y fisiológicas que permitan inferir el potencial de sobrevivencia en condiciones de campo.

2.2 HIPÓTESIS

1. El efecto de un sustrato con material edáfico de la región aunado al aporte nutrimental en la etapa de vivero producirá una mayor calidad de planta, característica que le confiere ventajas importantes al momento del trasplante en el sitio de disposición final.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 AGROFORESTERÍA

La Agroforestería es el arte y la ciencia de cultivar árboles en combinación interactiva con cultivos y/o animales en la misma unidad de tierra con propósitos múltiples (Krishanmurthy *et al.*, 2003). Por su parte Ospina (2006), indica que es la interdisciplina y modalidad de uso productivo de la tierra donde se presenta interacción espacial y/o temporal de especies leñosas y no leñosas con presencia o no del componente animal. En el concepto se menciona que esta debe reflejar las bases que fundamentan el quehacer y estudio agroforestal, poniendo de manifiesto los enfoques, principios y directrices de las personas, organizaciones y entidades que trabajan en Agroforestería, principalmente en la región tropical del mundo. Estos aspectos, tan importantes, son el fortalecimiento de la identidad cultural y los saberes tradicionales, tenencia de la tierra, los sistemas de producción ancestrales y novedosos acordes con las culturas, estabilidad del sistema de producción, autoabastecimiento y comercialización de diversos bienes materiales. También importan los procesos educativos y de investigación, conservación de la biodiversidad nativa, silvestre y domesticada, conservación de suelo y agua, impacto tecnológico de las innovaciones de la cultura y naturaleza, calidad de vida de las familias y comunidades rurales y urbanas, relaciones de comercialización de productos y servicios, etc.

3.2 METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO

La metodología de investigación del *International Centre for Research in Agroforestry* (ICRAF) denominada Metodología diagnóstico y diseño (*D&D*), la cual se basa en la identificación de necesidades básicas, de los problemas que se tienen para satisfacer

tales necesidades e intervención apropiada. Esta metodología incluye cinco etapas: prediagnóstico, diagnóstico, diseño - evaluación, planeación e instrumentación y, se puede aplicar a nivel macro (región, país, ecozona), medio (comunidad, pueblo, cuenca) y micro (unidades de manejo familiar). Al llevar a cabo el proceso de investigación agroforestal, la caracterización es importante, ya que identifica condiciones limitantes, problemas y potencialidades para brindar explicaciones de situaciones particulares y plantear recomendaciones. Finalmente se genera líneas base de información para desarrollo tecnológico en composición, arreglos, manejo, productos y servicios agroforestales, que pueden ocupar áreas considerables como es el caso de muchas zonas tropicales, y en otras ocasiones se circunscriben a espacios marginales en parcelas o territorios comunitarios (Ospina, 2006).

Krishnamurthy (1999) reafirma lo anterior y explica que la unidad básica de los análisis de *D&D* es el Sistema de Uso de la Tierra (SUT), que puede estar limitado a un cultivo, sistema agrícola, región o país y está determinada por factores climáticos, físicos, biológicos, tecnológicos, económicos, sociales y políticos. Por lo tanto la finalidad de la metodología es describir y analizar los actuales SUT, con el propósito de diagnosticar las amplitudes y limitantes, así como los factores causales y restricciones, para posteriormente diseñar y analizar tecnologías agroforestales apropiadas para resolver/aliviar aquellas restricciones o para explotar las oportunidades y potencialidades para un mejoramiento. También menciona que una tecnología agroforestal debería especificarse cuando menos en sus componentes principales: especies de árboles de usos múltiples, arreglo espacial, regímenes de manejo y niveles de desempeño para saber cómo se va a comportar a través del tiempo.

La adopción de una tecnología agroforestal es un atributo importante para el desarrollo sostenible, y se da siempre y cuando al diseñar se reconozca formalmente al productor como parte del sistema considerándolo fuente de información, participe en la toma de decisiones, ejecutor de las acciones propuestas, guardián de sus recursos pero también el beneficiario principal del aprovechamiento de los mismos.

3.3 POTENCIAL AGROFORESTAL

Una especie forestal tiene la posibilidad de integrarse con éxito a una tecnología agroforestal si es nativa, ya que en la actualidad se está revalorizando el conocimiento tradicional que se tiene de estas y su importancia radica en el uso múltiple que ofrece al hombre y al ecosistema (Bates, 1999). En Agroforestería es necesario evidenciar o enfatizar la presencia y función del componente leñoso en la vida rural, urbana y economías locales y regionales (Ospina, 2006), debido a que es importante para el diseño, manejo y aprovechamiento de los sistemas de uso de la tierra.

Las plantas valiosas para la restauración, la reforestación o para el desarrollo de sistemas agroforestales deben presentar las siguientes cualidades (Vázquez *et al.*, 1999).

- a) Ser de fácil propagación y resistir condiciones limitantes del crecimiento (baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, salinidad, etc.).
- b) Tener alguna utilidad adicional a su efecto restaurador; por ejemplo, producir leña, carbón, fuente de forraje, madera o néctar, resina, etc., es decir presentar usos múltiples.
- c) Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica como hojarasca de preferencia con una relación alta de C/N.
- d) Nula tendencia a adquirir una propagación como maleza invasora incontrolable.

- e) Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes en el suelo.
- f) Que tiendan a favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas, proporcionándoles un hábitat y alimento.

Respecto a esto Palo dulce y Guácima son especies nativas de uso múltiple con una amplia distribución, con importancia ecológica al ser especies de vegetación secundaria que toleran ambientes degradados; la primera presenta potencial para restaurar suelos degradados y la segunda con potencial para la reforestación asociada a sistemas agroforestales (Vázquez *et al.*, 1999). Ambas especies tienen un uso medicinal, son consideradas importantes fuentes de forraje, se utilizan como cercos vivos y actualmente son aprovechadas como fuente de leña y postes.

3.4 IMPORTANCIA DE LA VEGETACIÓN NATIVA

Se puede considerar que una especie vegetal es nativa, natural, indígena o autóctona de una zona cuando forma parte de la vegetación sin que hubiera mediado algún tipo de acción humana favoreciendo su llegada, propagación, diseminación, etc. (Fagúndez, 2008). Actualmente, en los sistemas forestales existe un gran interés, desde el punto de vista productivo, para revertir la degradación asociada con la pérdida de las masas forestales y por lo tanto de los servicios ambientales que estas comunidades ecológicas brindan, esto se refleja en la gestación de políticas públicas en México, con la intención de promover e impulsar proyectos y programas encaminados a reforestar y, de ser posible, a restaurar y rehabilitar la cobertura vegetal perdida, promoviendo para ello el uso de especies nativas.

Benítez *et al.* (2004) mencionan que la vegetación nativa conserva un extenso “almacén genético”, reservorio de la diversidad biológica, el cual mantiene sistemas productivos de varios sectores de la población humana por contener un gran número de especies potencialmente útiles para el hombre, también 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.

Entre las ventajas de las especies nativas se incluyen alta productividad potencial, alto nivel de adaptación, de valía ecológica, mayor probabilidad de uso local, fácil obtención de semilla y un mayor conocimiento del control de plagas y enfermedades (Rodríguez, 2008).

3.5 ÁRBOL DE USO MÚLTIPLE

Para entender el concepto de árbol de uso múltiple se puede considerar que “son todas las plantas leñosas que existen con el propósito de hacer más de una aportación significativa a las funciones de producción y/o servicio de un sistema de uso de la tierra” (Wood y Burley, 1995).

Gran número de especies de tipo arbóreo son empleadas para usos diversos, por lo cual se denominan árboles de uso múltiple, multiusos o multipropósito, esta característica es fundamental para el desarrollo sostenible (Román, 2001). Entre los productos se cuentan; frutos, forraje, biomasa, leña, madera con toda la gama de productos derivados como: carbón y materia prima para muebles y artesanías, sustancias o productos medicinales, colorantes, proporcionar alimento al ganado y a la fauna silvestre, ser fuente rica de néctar y polen para la apicultura, etc. En cuanto a los servicios se

encuentra la producción de oxígeno, el mantenimiento de la composición atmosférica a través del secuestro de bióxido de carbono, la regulación del clima, promover y mantener la biodiversidad, ser capaces de fijar nitrógeno atmosférico lo que contribuye a restaurar la fertilidad del suelo, regular el ciclo hidrológico a escala local, transporta agua y minerales de los horizontes profundos a los superficiales. Además de contribuir a la captación de agua y prevenir inundaciones, ayudar al control de la erosión del suelo en áreas de pendientes pronunciadas al formar barreras mecánicas y retener el suelo con sus raíces superficiales, ser útiles como cercos vivos y sombra al generar un microclima para las plantas y el ganado, y ser hábitat de la vida silvestre. Otro uso de gran importancia humana es su uso para recreación, esparcimiento y uso como planta de ornato en belleza escénica. Sin embargo, en la mayoría de los casos no necesita de manejo para su mantenimiento y por lo tanto no implica un gasto económico.

Por último Benítez *et al.* (2004) mencionan que muchas veces la aceptación de las especies está determinada por su utilidad, donde las especies de uso múltiple, son las más favorecidas por la gran cantidad de beneficios que otorgan.

3.6 PALO DULCE (*Eysenhardtia polystachya* (ORT.) SARG.)

Nombres comunes o sinonimia popular. Dependiendo de la zona esta planta recibe diferentes nombres, los cuales se indican a continuación: Palo dulce (Sin, Mex, Hgo, Pue, Mich y Mor); cuate (Jal); coatillo (Pue); palo cuate, rosilla (Sin); taray (NL y Dgo); vara dulce, varaduz (Dgo); coatl (náhuatl); ursa (otomí, DF e Hgo); yitu bishi (mixteco, Gro); bisasa (cora, Nay); cohuatli, cuatle 'ma soo (Oax); lanaé (chontalpa, Oax.); chilabte' (SLP); tsakam wayal (tenek); palo azul, coatli, chiquiliche, tlapahuaxpatli y chútale. En inglés Arizona kidneywood (Vázquez *et al.*, 2001).

Sinonimia. Entre los nombres científicos que se le han otorgado a la especie están: *Dalea fruticosa* G. Don; *Eysenhardtia amorphoides* Kunth; *Eysenhardtia cobriformis* Pennell; *Eysenhardtia subcoriacea* Pennell; *Eysenhardtia reticulata* Pennell; *Eysenhardtia orthocarpa* S. Watson; *Psoralea fruticosa* Sessé & Moc.; *Psoralea stipularis* Sessé & Moc.; *Varennea polystachya* DC.; *Varennia polystachya* (Ortega) DC.; *Viborquia polystachya* Ortega; *Wiborgia polystachya* (Ortega) Kuntze y *Wiborgia amorphodes* (Kunth) Kuntze.

Taxonomía. Su clasificación es la siguiente:

Reino: Plantae

Phyllum: Spermatophyta

Subphyllum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidas

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae (Leguminosae).

Descripción de la especie

Forma: Árbol o arbusto caducifolio de 2 a 8 m de altura con un diámetro de 3 a 10 cm.

Hojas: Alternas, compuestas, pinnadas, 3 a 5 cm de largo, folíolos 10 a 15 pares por hoja, elípticos, 7 a 13 mm de largo por 3 a 5 mm de ancho, con glándulas resinosas aromáticas (Vázquez *et al.*, 2001).

Tronco: Tallos ramificados color café oscuro.

Raíz: Con presencia de nódulos fijadores de nitrógeno, como todas las leguminosas, desde los 30 días de su establecimiento (Cervantes *et al.*, 2001).



Figura 1. Árbol de palo dulce.

Flor(es): Inflorescencias dispuestas en racimos espigados terminales o subterminales, 5 a 7 cm de largo; cáliz en forma de campana, 2.5 a 3 mm de largo, 5-lobulados; corola blanca, formada por 5 pétalos libres, de 5 mm de largo por 1.3 a 2 mm de ancho, oblongos, olorosas (Vázquez *et al.*, 2001).

Fruto: Vaina ligeramente curvada, atenuada en el ápice, pubescente o subglabra, de 7 a 9.5 mm de largo, con el estilo persistente, frágil e indehisciente, provista con glándulas; café pálido, cada vaina contiene una semilla.

Semilla: El tamaño varía de 2.5 - 6 mm. La testa es delgada y permeable al agua.

Propagación: Semilla (plántulas). Presenta una germinación epigea.

Sexualidad: Hermafrodita.

Distribución. Es una especie nativa que se reporta desde el sureste de Arizona (Estados Unidos) hasta Oaxaca (México). En este último ampliamente distribuida en ambas vertientes y en la parte central del país, en los estados de Colima, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, D.F., Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, S.L.P., Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

Ecología. En su forma silvestre habita en clima cálido, semicálido, semiseco y templado, asociada principalmente selva baja caducifolia, ubicándose también en la transición subcaducifolia, matorral xerófilo, bosque espinoso, mesófilo de montaña, de encino y de pino, aunque también se le localiza de forma cultivada en huertos. Se desarrolla en un rango de altitud de 150 a 3,000 metros, con temperaturas entre 12 y 19°C y una precipitación anual de 300 a 1,800 mm. Se encuentra en una variedad de suelos, desde negro profundo, delgados arcilloso pedregoso, somero de roca caliza hasta litosol derivado de basalto (Vázquez *et al.*, 2001).

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 metros cuya precipitación anual oscila entre 776 a 880 mm; con un rango de temperatura de 14.3°C a 29.3°C. Los suelos en los que predomina son de origen ígneo o calizo, someros y delgados (feozem) y su topografía es irregular (Cervantes y Sotelo, 2002).

Importancia ecológica. Prospera en lugares perturbados y recupera terrenos degradados ya que es una especie pionera, muy agresiva, rompe suelo y aporta mucha materia orgánica. Se asocia a vegetación secundaria (Vázquez *et al.*, 2001).

Condición en el estado de Morelos. De acuerdo al Diagnóstico Forestal reportado por INIFAP (2001), el palo dulce obtuvo el mayor índice de importancia por su intensivo

aprovechamiento por el uso múltiple que tiene, actualmente corre el riesgo de desaparecer del panorama florístico de Morelos, a la fecha sólo persisten algunos árboles/arbustos en zonas muy accidentadas que trae como consecuencia su difícil localización para coleccionar semillas, por lo tanto, se ha considerado que su propagación es urgente y de gran importancia.

Fenología

Estado reposo: noviembre – abril

Floración: junio – octubre

Fructificación: julio – noviembre.

Semillación: octubre – enero (Cervantes y Sotelo, 2002)

Características de la semilla

Recolección: Las semillas se coleccionan cuando están maduras, es decir cuando las vainas cambian de color verde a café claro. Los frutos son pequeños y frágiles y su colecta se realiza tomando con la mano semicerrada la rama con frutos recorriéndola suavemente para desprenderlos (Cervantes *et al.*, 2001).

Almacenamiento: Las semillas perfectamente limpias y seleccionadas se secan a temperatura ambiente a la sombra de 6 a 8 días. Las semillas secas se colocan en frascos oscuros y herméticos y se almacenan a una temperatura de 18 a 20°C (Vázquez *et al.*, 2001). Periodo recomendable de almacenamiento, de menos de cuatro años.

Número de semillas por kilogramo: 151,188

Pureza: 84% (Cervantes y Sotelo, 2002).

Tratamiento pregerminativo: Lixiviación de las semillas con agua para liberar a la testa de sustancias inhibidoras de la germinación por 1 a 4 días para liberar a la testa de sustancias inhibidoras (Vázquez *et al.*, 2001). Imbibición en agua a temperatura ambiente por 24 horas (Cervantes y Sotelo, 2002).

Aspectos de producción de plántula

Inicio de emergencia de las plántulas: 7º día por un periodo de 9 días

Porcentaje de germinación: 20-70%, muy variable según la procedencia de la semilla (Cervantes y Sotelo, 2002). 48 a 85% (Vázquez *et al.*, 2001). Cervantes *et al.* (2001) menciona que varía de 90 a 100% retirando la vaina.

Tiempo de producción en vivero: 6 meses con una altura promedio de 43 centímetros, 5 mm de diámetro y una relación peso aéreo entre peso subterráneo de 1.6 (Cervantes y Sotelo, 2002). Cervantes *et al.* (2001) tomó el dato a los tres meses, obteniendo una talla promedio de 29 cm, un diámetro basal promedio de 0.31 cm y un cuarta parte del tallo con endurecimiento.

Sobrevivencia en campo: 90%. A una edad de 7 años bajo condiciones de plantación presentó una altura promedio de 5 m y un diámetro de 6 cm (Cervantes y Sotelo, 2002).

Ventajas y desventajas. Esta especie es tolerante a suelos con mal drenaje, salinos, alcalinos o yesosos. Además tolera condiciones de sequía. Por el contrario, es susceptible a ramoneo, actualmente se encuentra sobre-ramoneada (Vázquez *et al.*, 2001). Otro aspecto que vale la pena mencionar según Burgos y Terrazas (2010), es que el descortezador *Chaetophloeus mexicanus* afecta la longevidad de las ramas de esta especie al provocar que se sequen y desprendan del árbol debido a que se interrumpe la movilización de agua y fotosintatos.

Usos

Maderable: Para la obtención de postes para cercos, construcción, como tutores y para la fabricación de implementos agrícolas. También tiene un uso artesanal, ya que se elaboran copas y vasijas.

Combustible: Especie muy utilizada para leña pues presenta buenas características energéticas.

Forrajero: Se utiliza el tallo joven y hojas, lo produce en abundancia y altamente apetecida por el ganado bovino y caprino. Tiene un contenido de proteína de 22.15% (Beltrán, 2008).

Melífera: Produce abundante néctar por lo que es una especie muy visitada por las abejas.

Medicinal: Para problemas renales que incluyen el mal de orín, los cálculos y como desinflamatorio, se utilizan las hojas y tallos en cocimiento y se toma una taza antes de cada comida, hasta que el paciente ya no sienta las molestias. También se le asocia a padecimientos de la vesícula. La flor se aprovecha para tratar la diarrea en niños acompañada de ramas de sauco (*Sambucus mexicana*) y acoyo (*Piper sanctum*). En algunos casos es usado como desinfectante de ojos y para lavar heridas. Popularmente se le atribuyen propiedades diuréticas y anticonceptivas, además del control de la diabetes pero falta determinar su ingrediente activo (Argueta, 1994). También se usa como antibiótico para animales pequeños por ejemplo los pollos. En este concepto, un tema ya investigado son las isoflavonas aisladas de la madera 7-hidroxi-2', 4', 5'-trimetoxiisoflavona y 7-hidroxi-4'-etoxiisoflavona que actúan como inhibidores en la formación y crecimiento de cristales de oxalato y fosfato de calcio por lo que esta especie puede ser recomendada de manera preventiva en pacientes que presenten formación de piedras renales (Pérez *et al.*, 2002).

3.7 GUÁCIMA (*Guazuma ulmifolia* LAM.)

Nombres comunes o sinonimia popular. A esta especie regionalmente se le denomina con los siguientes nombres: Cuahulote (Mor, Gro, Oax, Chis); cuaulote (Gro); guácima (Nay); guácima, guázumo, guásuma, ajillá (Sin); yaco granadillo, yaco de venado, caolote (Oax.); cuauolotl (náhuatl); ajiyá (guarigia, Son); ajya (mayo, Son); aquich (huasteca, S.L.P.); palote negro, parandesicua, uácima (Mich); zam-mi (chontal, Oax); nocuana-yana, ya-ana (zapoteca, Oax); tzuny, tzuyui (Chis); uiguie (popoluca, Ver); acashti (totonaca, Ver); kabal-pixoy, pixoy (maya, Yuc); Tapaculo, caulote, cuajilote, quacholotl, majagua de toro y tablote son otros nombre, pero no se ubica su procedencia.

Sinonimia. Algunos nombres científicos con que se ha llamado a la especie son: *Guazuma guazuma* (L) Cockerell; *Guazuma invira* (Willdenow) G. Don; *Guazuma polybotrya* Cav.; *Guazuma tomentosa*, H.B.K; *Guazuma tomentosa* Kunth; *Guazuma ulmifolia* var. *tomentella* K. Schum.; *Guazuma ulmifolia* var. *tomentosa* (Kunth) K. Schum.; *Guazuma coriacea* Rusby; *Guazuma utilis* Poepp. Endl. *Guazuma guazuma* Cocker y *Theobroma guazuma* L. (Vázquez et al., 2001).

Taxonomía. Su clasificación es la siguiente:

Reino: Plantae

Phyllum: Spermatophyta

Subphyllum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Sterculiaceae

Descripción de la especie

Forma: Árbol o arbusto, caducifolio, de 2 a 15 m de altura (hasta 25 m), con un diámetro a la altura del pecho de 30 a 40 cm (hasta 70 cm). En algunos casos se desarrolla como arbusto muy ramificado y en otros como un árbol monopódico.

Copa: Copa abierta, redondeada y extendida (Vázquez *et al.*, 2001).



Figura 2. Árbol de guácima.

Hojas: Alternas, simples; láminas de 3 a 13 cm de largo por 1.5 a 6.5 cm de ancho, ovadas o lanceoladas, con el margen aserrado; ápice agudo o acuminado, base truncada a cordada, verde oscuras y rasposas en el haz y verde grisáceas amarillentas y sedosas en el envés con pelos estrellados cortos, más abundantes en el envés; nervadura pinnada.

Tronco: Tronco más o menos recto, produciendo a veces chupones, frecuentemente ramificado a baja altura (arbusto).

Ramas: Largas muy extendidas, horizontales o ligeramente colgantes.

Corteza: Externa ligeramente fisurada, desprendiéndose en pequeños pedazos, pardo grisácea. Interna de color amarillento cambiando a pardo rojizo o rosado, fibrosa, dulce a ligeramente astringente. Grosor total: 5 a 12 mm.

Flor(es): En panículas de 2 a 5 cm de largo, flores actinomorfas pequeñas, blancas y amarillas con tintes castaños, con olor dulce fragante, de 5 mm de diámetro; cáliz vellosa de 2 a 3 lóbulos, sépalos verdosos y 5 pétalos de color crema de 1 a 3 mm de longitud. Florece casi todo el año, especialmente de abril a octubre.

Fruto: Cápsula de 3 a 4 cm de largo, duro y leñoso, en infrutescencias de 10 cm, ovoide, 5-valvada, con numerosas protuberancias cónicas en la superficie, morena oscura a negra cuando está madura; olor y sabor dulce. Permanecen largo tiempo en el árbol y se abren tardíamente en el ápice o irregularmente por poros.

Semilla: Numerosas semillas (entre 40 a 80) de 3 a 4 mm de longitud, lisas, duras, redondeadas y pardas. Maduran casi todo el año, pero especialmente de septiembre a abril. Son ortodoxas.

Propagación: Semilla (plántulas) o por estacas, ya que tiene una alta capacidad de rebrote.

Sexualidad: Hermafrodita.

Distribución. Es una especie nativa, ampliamente distribuida y de crecimiento abundante en muchas regiones de México, principalmente en la vertiente del Golfo de México, desde Tamaulipas hasta Yucatán y Quintana Roo, y en la vertiente del Pacífico desde Sonora hasta Chiapas. Los estados que integran estos rangos son Campeche, Colima, Chihuahua, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, S.L.P., Sinaloa, Tabasco y Veracruz. Se

extiende hasta América del Sur (noreste de Argentina, Ecuador, Perú, Paraguay, Bolivia, Brasil) y en el Caribe (Vázquez *et al.*, 2001).

Ecología. Esta especie habita principalmente en zonas de clima cálido húmedo y sub-húmedo, aunque también está presente en áreas de clima templado sub-húmedo, asociado principalmente al bosque tropical caducifolio, sub-caducifolio y perennifolio, al bosque de pino-encino, bosque espinoso y vegetación de sabana o pastizales. Generalmente se encuentra en altitudes cercanas al nivel del mar, aunque desarrolla en un rango de altitud de 0 a 1200 metros, con temperaturas entre 20 y 30°C y una precipitación anual que oscila de 700 a 1,500 mm, abarcando una gran variedad de suelos, desde texturas livianas hasta suelos pesados y con pH superior a 5.5.

En el estado de Morelos, el cuahulote se localiza a la altitud de 1,100 a 1,350 msnm, en un clima cálido subhúmedo, con un rango de precipitación de 777 a 880 mm, con una temperatura media de 30°C, en suelos delgados y someros (tipo feozem y rendzina) de origen ígneo y calizo, con topografía plana (Cervantes y Sotelo, 2002).

Importancia ecológica. Prospera muy bien en zonas perturbadas, ya que es una especie pionera y heliófila. Puede presentarse como especie importante de etapas secundarias muy avanzadas, dando la impresión de ser elemento primario. Especie de fácil adaptación, tanto a lugares secos como a húmedos. Dentro de los efectos restauradores, mejora la fertilidad del suelo por la cobertura de hojarasca y controla la erosión ya que estabiliza bancos de arena (Vázquez *et al.*, 2001).

Condición en el estado de Morelos. El cuahulote ocupa el 8° lugar en índice de importancia por su aprovechamiento, ya que tiene múltiples usos según el Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos, (INIFAP, 2001). A la fecha en México no ha sido

reportado como cultivo, por lo tanto merece ser estudiada para fomentar su establecimiento.

Fenología

Estado de reposo: No pierde sus hojas completamente

Floración: abril – octubre

Fructificación: junio - marzo

Semillación: enero – marzo (Cervantes y Sotelo, 2002).

Características de la semilla

Recolección: Los frutos maduros se pueden coleccionar directamente del árbol o del suelo, para extraer las semillas es necesario macerar los frutos.

Almacenamiento: Presenta buen potencial para ser almacenada a largo plazo, según una prueba de emergencia en semilla de cuahulote almacenada por ocho años en condiciones naturales, reportó el 95% de viabilidad (Cervantes y Sotelo, 2002). Se deben conservar en recipientes sellados en lugares frescos hasta por un año, aunque también es recomendable almacenar en cámaras frías a una temperatura de 5°C para mantener su viabilidad por más tiempo (CATIE, 1991).

Número de semillas por kilogramo: 105,263 con un peso de 1,000 semillas de 5.14g (Cervantes y Sotelo, 2002), lo que difiere de lo mencionado por el CATIE (1991) que dice que hay alrededor de 150,000 semillas por kg y Vázquez *et al.* (2001) entre 150,000 y 195,000.

Pureza: 92%

Tratamiento pregerminativo: Consiste en sumergirlas en agua a 100°C por 10 minutos, después en agua fría corriente por 24 horas y luego lavarlas a mano para eliminar el mucílago (Vázquez *et al.*, 2001). Imbibición en agua caliente a 75°C por 6 minutos, y remojar en agua a temperatura ambiente por 24 horas (Cervantes y Sotelo, 2002). Otro

tratamiento es colocarlas durante 2 y 4 minutos en agua a una temperatura de 86-90°C respectivamente, ha obtenido un porcentaje de germinación de (Hernández *et al.*, 2001).

Porcentaje de germinación: 77 % en luz y 94 % en sombra (Vázquez *et al.*, 2001), 80% (Cervantes y Sotelo, 2002) y 72% (Hernández *et al.*, 2001).

Aspectos de producción de plántula

Inicio de emergencia de las plántulas: 7º día por un periodo de 7 días.

Tiempo de producción en vivero: 6 meses con una altura promedio de 33 centímetros, 3.4 mm de diámetro y una relación peso aéreo entre peso subterráneo de 3.4 (Cervantes y Sotelo, 2002).

Plantación. Es una especie de rápido crecimiento, especialmente si se planta en suelos de textura liviana, por debajo de los 800 m de altitud, con precipitaciones de 900 a 1,500 mm, con estación seca marcada. La especie llega a crecer en altura de 2.4 a 2.9 m/año (CATIE, 1991).

Según estudios en América Central del CATIE la sobrevivencia en campo se ha tenido entre 75 y 95% al primer año ya que no se presenta mortalidad en los siguientes años. También se ha estimado que a una edad de 4 años bajo condiciones de plantación, a una densidad de 2500 árboles/hectárea se presentaron alturas de 4, 6 y 8 metros en sitios pobre, regular y bueno respectivamente, donde los rendimientos en leña van desde 1.1 en un sitio pobre hasta 5.3 ton/ha/año en un sitio rico a los 5 años manejando la misma densidad, aunque cabe mencionar que es sensible al espaciamiento de plantación, mientras mayor sea se obtendrán mayores rendimientos. Aunado a esto se recomienda el control de malezas durante las primeras etapas con miras a aumentar supervivencia por disminución de la competencia.

Ventajas y desventajas. Demandante de alta intensidad de radiación, resistente a la sequía, al fuego y a la pudrición de la madera. Tolerante a inundaciones temporales y a la exposición constante al viento. También tolera suelos someros (Vázquez *et al.*, 2001). Es intolerante a suelos muy compactados, salinos o con altos contenidos de arcilla ya que la especie no desarrolla bien. Se ha observado que la madera no es durable y es muy susceptible al ataque de termitas. También los frutos, madera y hojas son dañados por insectos del orden coleóptero, larvas de lepidópteros, áfidos y cerambícidos. Otra desventaja es que la especie puede llegar a adquirir propagación malezoide invasora.

Usos

Maderable: La madera es ligera y blanda, se usa para elaborar cajas y embalajes, fabricar tableros de partículas, interiores de viviendas y pequeñas embarcaciones. Se recomienda para fabricación de chapa y carpintería en general, postes, muebles, partes de molinos, gabinetes, closets con acabado natural, ebanistería fina, duelas, barriles, hormas para zapato, pisos, lambrín, puertas y ventanas. Tiene un uso artesanal al fabricar artículos torneados, decorativos e instrumentos musicales como violines y tapas de guitarra e implementos agrícolas, mangos de herramientas, culatas de armas de fuego o utensilios domésticos. Otro uso es en la construcción rural y como tutores para la agricultura.

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. También se puede preparar una bebida machacando el fruto en el agua y por último la flor se considera comestible.

Combustible: Es excelente en este aspecto, su leña se prefiere por cualidades tales como secado, resistencia a la pudrición, produce buena brasa, escaso humo, alto poder

calorífico (18,600 kJ kg⁻¹), y es capaz de arder aún verde, además, hace buen carbón, es un árbol que a los 3 años produce 204 kg de leña seca. Actualmente se explota para carbón en las Antillas.

Forrajero: Gran capacidad forrajera al presentar un porcentaje de proteína cruda de 16.7, 16.1 y 6.8 en hojas tiernas, hojas maduras y frutos respectivamente; aunado a esto los valores de fibra de 26.4, 28.1 y 40.3% (CATIE, 1991). Estos productos son usados para engorda de ganado bovino, porcino, venados, burros, zarigüeyas y 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.

Servicios: A menudo se planta como árbol de sombra en calles, terrenos de cultivo y pastizales. Entre los animales domésticos y silvestres que utilizan esta especie como alimento y refugio destacan: ardilla, perico, mono, loro, coyote, venado cola blanca, perezoso, caballo, cerdo, etc. También se usa como cerca viva, barrera rompevientos y ornamental.

Industria: Producen fibras fuertes que se usan para hacer sogas y cordeles. 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.

Medicinal: Tiene propiedades astringente, emoliente, refrigerante, sudorífica, estomáquica, antiulcerogénica, antioxidante, depurativa, diaforética, citotóxica, pectoral, antifúngica, antiamebiana, antibacteriana e hipocolesterolémica. Los frutos se usan contra las inflamaciones, disentería, erupciones cutáneas, diarrea (con sangre) y enfermedades del riñón (cistitis) (Vázquez *et al.*, 2001). Las hojas y corteza son

antiespasmódico, retención de orina, afecciones pectorales, catarro, antipirético, dolor de abdomen, antibiótico, antidiabético, antiinflamatorio, antiséptico, caída de cabello y purgante. La corteza, hojas, brotes tiernos, raíz y frutos, todas ellas se usan para curar llagas, retención de orina, sífilis, tos, paludismo, inapetencia y afecciones epiteliales; se usa también para contrarrestar la fiebre, gripa, vómito, diabetes, gastritis, reumatismo, elefantiasis y como desinfectante. A nivel cutáneo en erupciones, dermatitis y heridas leves se utiliza la infusión de esta planta como té o aplicando directamente la savia. El mucílago untado en contusiones. Ayuda en los problemas de próstata y se usa como un estimulante uterino para acelerar el parto (Argueta, 1994). Los extractos de las hojas y corteza han demostrado clínicamente actividad antibacterial y antifúngica contra numerosos patógenos (Vázquez *et al.*, 2001).

Melífera: Néctar valioso para la producción de miel de alta calidad.

Saborizante: La semilla molida se usa para saborizar el chocolate. También se consume tostada como el café. Las semillas contienen un 50% de aceite no secante, muy apropiado para la industria alimentaria. En grandes cantidades produce obstrucción intestinal.

Saponífera: El aceite de la semilla se usa en la fabricación de jabones.

Finalmente, otro uso que se menciona es el ceremonial, en el cual se usa toda la planta.

Uso en sistemas agroforestales. Hay tres combinaciones agroforestales posibles para esta especie; árboles con cultivos (árboles dispersos, intercalados, sombra, nodriza, cultivos secuenciales, en callejones), árboles en rodales compactos (bosques de producción de madera, energéticos, bancos de forraje) y árboles para protección (cercos vivos, cortinas rompevientos, árboles en contorno, barreras vivas, estabilización o recuperación de suelo, protección de cauces y nacimientos). Su uso más extendido es en

cercas vivas y como arboles dispersos o grupos de árboles en potreros con el objetivo de producir sombra para ganado en combinación con la producción de leña y forraje (CATIE, 1991).

3.8 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Las semillas de muchas especies arbóreas poseen un determinado grado de latencia que inhibe la germinación cuando son sometidas a condiciones favorables de temperatura y humedad, cuando esta es fuerte, la regeneración artificial exige de manera esencial alguna forma de tratamiento previo de la semilla, a fin de obtener una tasa de germinación razonablemente alta en poco tiempo. Los tratamientos comprenden desde el remojo en agua u otros líquidos, presentando dos efectos, ablandar la cubierta dura y extraer por lixiviación los inhibidores; la escarificación mecánica que tiene por objeto romper o modificar las testas duras de las semillas con la finalidad de facilitar la entrada de agua y el intercambio gaseoso; y finalmente la estratificación que consiste en almacenar la semilla en un ambiente frío o caliente para superar la latencia (INIFAP, 1994).

La literatura recomienda como primer actividad, investigar si hay tratamientos pregerminativos ya evaluados y el resultado que se ha obtenido en porcentaje de germinación para saber que ensayos realizar para obtener una mayor y más homogénea germinación, tanto en laboratorio como en vivero, que se verá reflejado en menores costos de operación (Alarcón *et al.*, 2003).

La mayoría de la literatura menciona que Palo dulce no requiere tratamiento pregerminativo a excepción de INIFAP (1994), quien indica que la semilla está envuelta en una vaina aplanada e indehisciente y presenta un tipo de dormición química; los

inhibidores presentes se eliminan remojando las semillas un día y secándolas, dicho procedimiento mejora la germinación tanto en papel como en siembras densas en almácigos, aunque el tratamiento no es necesario para siembras directas en envases en los que se colocan hasta cinco semillas y en siembras con poca densidad realizadas en almácigos. Otra excepción es Cervantes *et al.* (2001) que menciona que no presenta latencia razón por la que puede sembrarse directamente y es muy importante hacerlo con las semillas desprovistas de la vaina, de lo contrario la germinación no se presentará o será muy deficiente. Por su parte, la Guácima presenta latencia química por lo que los tratamientos han consistido en hacer una inmersión en agua a diferentes temperaturas; hasta la fecha el tratamiento durante 2 y 4 minutos, a una temperatura de 86-90°C respectivamente, ha obtenido el mejor porcentaje de germinación con un 72% en los dos casos (Hernández *et al.*, 2001). Este tratamiento cumple la función de disminuir el mucilago que lo recubre donde se ubican los inhibidores químicos sin necesidad de realizar lavados previos.

3.9 PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción requiere de un vivero, que según la definición de Ruano (2003) “es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas, en las que se manejan condiciones ambientales más favorables para su crecimiento y así adquirir la fortaleza necesaria para su adaptación en campo”. Después de esto es necesario definir la tecnología de producción, que según Rodríguez (2008), es un aspecto importante a considerar debido a que nos arroja un diferente fenotipo, tanto por el espacio de crecimiento que tiene disponible la raíz, como por el diferente tipo de insumos en cantidad y calidad que son proporcionados en cada una de

ellas. Existen básicamente tres tecnologías de producción de especies forestales: en bolsa de polietileno, en contenedor y a raíz desnuda; aunado a esto es importante destacar que la eficiencia que se tenga al realizar las tareas en cada etapa del proceso productivo repercutirá en la calidad de la planta.

Las operaciones que involucran la tecnología de producción en bolsa son obtención de sustrato (cribado o lavado, desinfección y mezclado), micorrización, llenado de bolsa, acomodo en camas de crecimiento, desinfección de la semilla, siembra (se lleva a cabo por siembra directa o por trasplante), cultivo y finalmente preparación de la planta para ser llevada a campo. La micorrización se lleva a cabo con los hongos micorrízicos que van en el propio suelo o se practica inoculación. El cultivo incluye el riego que es muy importante ya que la pérdida de humedad del sustrato ocasiona que las plantas se sequen y se pierda parte o la totalidad de la producción, de igual manera se tiene que tener un control de plagas y enfermedades aunado al deshierbe para evitar competencia por agua, luz o nutrientes. La fertilización es una práctica poco utilizada en este sistema de producción dado que la mezcla de sustratos utilizada generalmente es fértil. En el caso de la producción tradicional en bolsa con trasplante se tiene que anticipar la siembra en almácigos para su posterior trasplante evitando propiciar el defecto conocido como cola de cochino, ya en la bolsa la plántula continua su crecimiento y desarrollo hasta alcanzar el tamaño adecuado para ser plantada en su lugar de disposición final, lo que tarda entre seis meses y año y medio, según la especie que se trate (Rodríguez, 2008).

Cervantes *et al.* (2001) recomiendan para palo dulce la siembra directa en un tamaño de envase de 13 cm de diámetro por 25 cm de alto, estos se deben cubrir con malla de mosquitero hasta los 21 días e irlos retirando paulatinamente hasta los 3 meses para

aclimatar las plantas a la insolación total, estas no deben pasar más de 100 días en vivero para que no presenten problemas de enraizamiento en el piso de las platabandas.

3.10 CALIDAD DE PLANTA

Para garantizar una mayor supervivencia al reforestar se requiere producir planta de calidad, que es aquella que reúne las características morfológicas y fisiológicas necesarias para sobrevivir y crecer satisfactoriamente en las condiciones ambientales del lugar donde será plantada (Duryea, 1985; Rodríguez, 2008). Una planta de alta calidad es aquella que puede sobrevivir al ser expuesta a condiciones ambientales desfavorables en forma prolongada y posteriormente presentar un crecimiento vigoroso, esto beneficia en aspectos logísticos (Johnson y Cline, 1991). La calidad va a estar regida por la información genética, el ambiente y la tecnología del vivero donde se produzca (Rodríguez, 2008).

Becerra (2000) menciona que es necesario atender cuatro factores fundamentales que influyen en la calidad de las plantas de vivero y estas son: origen de la semilla, el riego, el sustrato y el manejo nutrimental. La mejor semilla a utilizar es la de especies locales que muestren mejor adaptabilidad al sitio. Aunado a esto Vázquez *et al.* (1997) mencionan que las semillas deben recolectarse a partir del mayor número posible de plantas individuales y áreas de recolección más amplias para mantener la variabilidad genética. Más específicamente, Montoya y Cámara (1996) concluyen que la semilla para la obtención de buenos resultados debe ser gruesa, homogénea, bien coloreada, brillante (según la especie), no desprender mal olor, no estar parasitadas, dañadas o deformes y estar en su punto óptimo de maduración. Estas características dan origen en vivero a plantas mejor conformadas y homogéneas, esta ventaja inicial, aunque no

necesariamente implica una superioridad genética a largo plazo, es muy importante en el cultivo en vivero y en el trasplante. El suministro de agua debe ser abundante y constante, ya que las plantas que se producen se encuentran en pleno desarrollo y un inadecuado abastecimiento podría provocar incluso la muerte por marchitamiento, de igual manera, la calidad del agua de riego es importante en cuanto a los elementos presentes y a la cantidad de sólidos en suspensión que modifican las características del suelo (Ruano, 2003). Para el componente sustrato, Montoya y Cámara (1996) y Foucard (1997), coinciden en que un sustrato ideal debe tener las siguientes características: liviano, homogéneo, alta capacidad de intercambio catiónico que regule el aprovechamiento de los nutrientes aplicados y mantenga la nutrición de la planta, pH 5.0-6.0 en el cual la disponibilidad de la mayoría de nutrientes es adecuada, retener suficiente humedad para un buen desarrollo, buen drenaje y tener cohesión para formar un buen cepellón. Por último, un manejo nutrimental eficiente requiere conocer la fisiología de las plantas en vivero y sincronizar sus requerimientos con la aplicación de los nutrientes.

Para la evaluación de calidad de planta Landis *et al.* (2010), mencionan que hay una gran variedad de **atributos morfológicos** que se pueden correlacionar con la sobrevivencia y crecimiento, dentro de los más utilizados se encuentran altura, diámetro del cuello de la raíz y biomasa. La altura tiene como ventaja que mientras más alto sea más podrá competir con hierbas y arbustos (Johnson y Cline, 1991). Por su parte el diámetro se considera un mejor indicador que la altura, ya que muchas investigaciones han encontrado que a mayor diámetro mayor supervivencia y crecimiento en el sitio de plantación y de igual manera pasa con la cantidad de biomasa presente en la planta (Grossnickle, 2012).

Relacionar numéricamente los atributos antes mencionados arroja **índices morfológicos**, que también aportan información sobre la condición de la planta, entre los que se encuentran la relación biomasa aérea entre biomasa subterránea, el índice de esbeltez y el índice de Dickson. El fundamento para el uso de la relación biomasa aérea entre la biomasa subterránea es derivado de una perspectiva de balance hídrico, una cierta cantidad de masa aérea o foliar necesita una cierta cantidad de raíces para absorber agua del suelo y compensar la transpiración (Johnson y Cline, 1991). Rodríguez (2008) menciona que es fácil deducir que si requieres reforestar un sitio con limitaciones de humedad, las plántulas con una menor relación biomasa aérea/biomasa subterránea (0.75) tenderán a sobrevivir y aclimatarse mejor que las que presente una mayor relación (1.20). El índice de esbeltez se obtiene dividiendo la altura de la plántula entre el diámetro, tanto mayor sea el valor, más alto y delgado es el árbol, por el contrario un valor más bajo indica una planta más robusta y por lo tanto con menos posibilidades de daño físico, más apto para ambientes con limitaciones de humedad o con presencia de heladas (Fierros et al, 2001). Finalmente el índice de Dickson o índice de calidad (Q) que combina cinco variables morfológicas que son peso anhidro total de la planta (p), altura (h), diámetro (d), peso anhidro de parte aérea (pa) y parte subterránea (ps). Su modelo es el siguiente: $Q = p / ((h/d) + (pa/ps))$.

Entre los **atributos fisiológicos** más utilizados para predecir la aclimatización se encuentra el crecimiento potencial de raíz que es la capacidad de las plántulas para alargar raíces cuando son colocadas en un ambiente favorable para su crecimiento (Ritche, 1984). Otro indicador es la concentración de carbohidratos que varía según el tejido que se analice y la época del año. La concentración de nutrientes también influye en el vigor y supervivencia llevándolo indirectamente a analizar atributos morfológicos

como los antes mencionados. Por último, pero no menos importante encontramos el potencial hídrico que es el estado de la energía del agua dentro de la planta, el cual se hace más negativo conforme avanza el agua en su ruta de la raíz al follaje. El término contrario es tensión hídrica que es la fuerza necesaria que se tiene que aplicar para extraerle el líquido y es considerada la medición fisiológica más común efectuada sobre las acciones de reforestación, es decir que al trasplante mientras más bajos los valores de tensión hídrica mayor probabilidad de supervivencia, valores cercanos a cero megapascuales (Mpa) o bars (1 Mpa = 10 bars) indican una baja tensión hídrica, 1.0 Mpa indican una tensión moderada y 2.0 una tensión elevada. Para evaluar este último la cámara de presión Scholander se ha convertido en la técnica norma utilizada para medir este indicador. Finalmente, Rodríguez (2008) menciona que no debe analizarse un solo indicador a ciegas, lo ideal es evaluar la planta con base a diferentes atributos y de preferencia valorar esos indicadores en relación a su comportamiento en campo.

3.11 SUSTRATO O MEDIO DE CULTIVO

La planta necesita de un soporte físico para el cultivo y una protección durante el periodo de vivero, de transporte y plantación. La calidad del sustrato constituye el factor principal para el éxito del cultivo en bolsa o contenedor.

A la fecha no hay un sustrato único, que sea tan versátil, para ser el adecuado en todos y cada uno de los cultivos que se pretendan llevar a cabo en un vivero, por lo que en el Cuadro 1, se muestran los factores que influyen en la selección de uno o más componentes, algunos de los más usados son: turbas (descomposición de algún material vegetal), arena, grava, tierra volcánica o agrícola, perlita, vermiculita, etc. (Burés, 1997).

Cuadro 1. Factores que influyen en la selección de materiales al formular un sustrato.

Factores económicos	Factores químicos	Factores físicos
Costo razonable	Alta capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Buena aireación
Disponibilidad	Baja fertilidad inicial	Alta capacidad de rehidratación o almacenamiento de agua
Continuidad a través del tiempo	pH ligeramente ácido	Adecuado equilibrio del tamaño de los poros
Facilidad de mezclado y llenado de contenedores	Esterilidad	Baja densidad de masas
Formación firme y duradera del cepellón	Baja salinidad o cantidad de sales solubles	Homogéneo y estable

3.12 MANEJO NUTRIMENTAL

El manejo nutrimental constituye una de las prácticas más eficientes para asegurar a la planta la posibilidad de expresar su potencial genético al producir frutos, biomasa y/o productos, la finalidad de este aporte es poner a disposición de las plantas las cantidades adecuadas de aquellos elementos esenciales, para que éstas puedan realizar sus funciones fisiológicas vitales.

Los elementos minerales esenciales pueden clasificarse según el comportamiento bioquímico y función fisiológica de los elementos, el primer grupo lo integran C, H, O, N y S que son los constituyentes mayores de la materia orgánica, que se involucran en procesos enzimáticos, cuya asimilación está dada por reacciones de óxido-reducción. El segundo grupo se forma por P, B y S; nutrimentos importantes en el almacenamiento y en reacciones de transferencia de energía. En el grupo tres se encuentran K, Na, Mg, Ca,

Mn, Cl, son nutrimentos que permanecen en forma iónica y permite mantener el potencial osmótico de la planta. Finalmente en el grupo cuatro se ubican el Fe, Cu, Zn y Mo; nutrimentos involucrados en reacciones redóx, mediante el transporte de electrones (Taiz y Zeiger, 2002).

Foucard (1997), menciona que cuando las plantas ya tienen de cuatro a seis semanas de edad se encuentran en un crecimiento acelerado, con un sistema radicular bien desarrollado que les permite absorberlos en cantidad y calidad, acorde a sus necesidades. Los árboles como cualquier cultivo necesitan de elementos esenciales para su crecimiento, los requeridos en mayor cantidad, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Calcio y Magnesio, además de pequeñas dosis de Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Molibdeno, Boro y Cloro, que aunque es difícil determinar de forma exacta la aplicación de los mismos, dependen en gran medida del sustrato y de la especie. El análisis de suelo o sustrato permite conocer las características químicas y físicas (pH, salinidad, materia orgánica, nutrientes, textura, etc.), para saber si presenta condiciones favorables o limitantes para la producción, aunado a esto es importante encontrar en la etapa de vivero, para cada especie, la dosis adecuada de dichos elementos y así determinar el programa de fertilización que contribuya a dar un manejo eficaz del proceso productivo. (Pastor, 1992).

3.13 VARIABILIDAD GENÉTICA

Las diferencias en calidad de planta pueden resultar de una variación a nivel de especies, procedencias, masas, sitios y árboles individuales, incluyendo las variaciones en diferentes estados de desarrollo, ya que va implícito en el genotipo. En términos generales, tanto mayor es el intervalo de distribución de una especie, tendrá una mayor

diversidad genética por que estará cubriendo diferentes tipos de suelo, formando asociaciones con distintas especies, abarcando mayor diversidad de topoformas e intervalos altitudinales, en regiones con diferente precipitación, por mencionar algunos (Rodríguez, 2008).

Otra implicación importante es la citada por Vázquez *et al.* (1997) que menciona que la mayoría de las plantas presentan variabilidad genética y fenotípica en distintos lugares de su área de distribución. Esta variabilidad debe tomarse en consideración cuando se manejan semillas de diferentes localidades con cualquier propósito ya que las plantas procedentes de diferentes localidades pueden haber evolucionado características específicas para soportar los factores limitantes locales y las interacciones bióticas específicas del sitio, lo cual las hace inapropiadas o con limitantes para crecer en un nuevo conjunto de condiciones ambientales.

El ambiente también es determinante para expresar su genotipo, Rodríguez (2008) da ejemplo de ello mencionando que en vivero diferentes tecnologías producirán diferentes fenotipos, ya sea a raíz desnuda, contenedor o bolsa, debido al espacio disponible para el crecimiento radical, también dentro de una misma tecnología la diferencia en operaciones o recursos para el cultivo implicarían diferentes fenotipos, como lo muestra la producción con diferentes componentes en un sustrato o intensidad de fertilización, en conclusión, aunque presente el mismo genotipo el ambiente de producción puede potenciar o disminuir su expresión.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LOCALIZACIÓN

La presente investigación se ubicó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo, en Texcoco de Mora, Estado de México. Dentro de sus características físicas, esta zona se encuentra entre las coordenadas geográficas 19° 29' de latitud Norte y 98° 53' de longitud Oeste a una altitud de 2250 metros. El clima es templado subhúmedo, con una temperatura promedio anual de 15.2°C una precipitación media anual de 636.5 mm (García, 1973). La vegetación presente es Bosque de pino-encino, cedro blanco y encino, y un uso actual enfocado en agricultura de riego con cultivos anuales y perennes (INEGI, 2000).

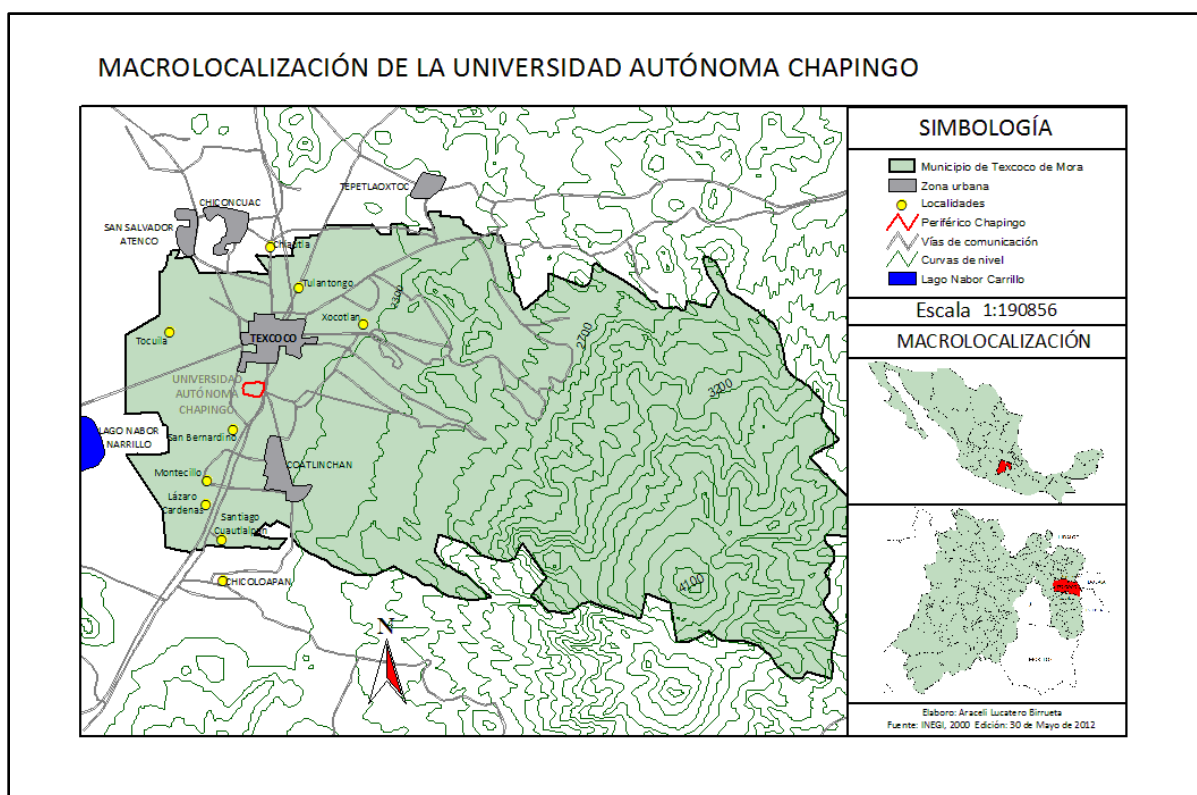


Figura 3. Ubicación de la presente investigación.

El lugar de procedencia de la semilla o germoplasma y lugar de residencia final de la plántula producida fue y será el ejido los Sauces, ubicado en Tepalcingo, Morelos, que se ubica entre las coordenadas geográficas 18° 33' 08'' y 18° 37' 00'' de latitud Norte y entre 98° 58' y 98° 55' de longitud Oeste, presenta una rango de altitud de 1,300 a 1500 metros, lo que conlleva a presentar un clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual de 22.6°C y una precipitación media anual de 864.5 mm (García, 1973). La vegetación presente es Selva baja caducifolia y el uso de suelo está dado por ganadería semi-extensiva y agricultura de temporal con cultivos anuales (INEGI, 2000).

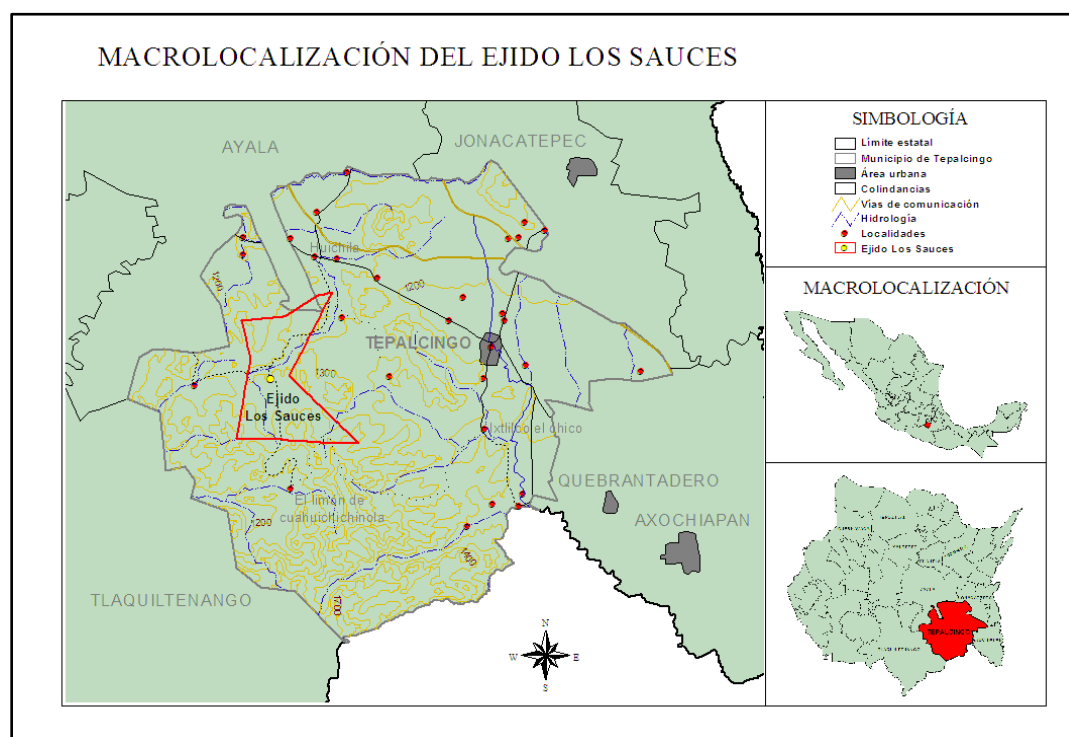


Figura 4. Ubicación de la procedencia de la semilla y destino final de la plántula.

Como se puede observar la condición climática es diferente, razón que justificó ubicar en condiciones de invernadero la producción de estas especies para minimizar el efecto de la diferencia en temperatura principalmente.

4.2 ELECCIÓN DE ESPECIES

Las especies forestales producidas en invernadero se eligieron derivado de un ejercicio académico de la materia “Diseño y manejo de tecnologías agroforestales”, para la cual se viajó a la zona antes mencionada. La herramienta utilizada fue la Metodología de Diagnóstico y Diseño, mediante la cual se hicieron recorridos de campo, entrevistas y talleres participativos. La prioridad para lograr este objetivo fue identificar las especies arbóreas presentes en las áreas agrícolas y en los pequeños manchones de vegetación natural, determinando sus usos locales y potenciales con el fin de elaborar un listado de plantas leñosas útiles que puedan ser incorporadas en los sistemas agroforestales de los sistemas de uso de la tierra ya presentes o en el diseño de tecnologías agroforestales aplicables en la zona de estudio.



Figura 5. Entrevista con ejidatarios del ejido Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.

Ya obtenido el listado de especies se consideró la mayor potencialidad de usos, que fueran de interés para los ejidatarios y factible de ser colectada. Finalmente, a través de

una revisión de literatura se soportó esta decisión al encontrar la situación que guardan estas especies en el estado de Morelos.

4.3 RECOLECTA

Una vez que el responsable del ejido otorgó el permiso para la recolecta, se realizaron los recorridos en compañía de una persona conocedora de la flora del lugar. La recolecta para Palo dulce se realizó en noviembre de 2010, de tres árboles, la semilla obtenida se limpió y secó a la sombra; para la especie Guácima fue en enero de 2011, de una submuestra de la recolecta realizada a 15 árboles, también se secó a la sombra y se extrajo manualmente la semilla de las capsulas.



Figura 6. Recolecta de palo dulce en el ejido Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.

4.4 ANÁLISIS DE SEMILLAS

Los lotes de semillas obtenidos en campo fueron pequeños, pero fue importante realizar un análisis para determinar sus características generales y su potencial de germinación, para esto se trató de seguir la metodología de Bonner (1993). Con dicha metodología se

miden las características generales, entre las que se encuentra el peso de las semillas, el cual se determinó por 10 muestras de 100 c/u mediante una balanza analítica, una vez obtenidos los datos, se estimó el peso de 1000 semillas y el número de semillas en un kilogramo.

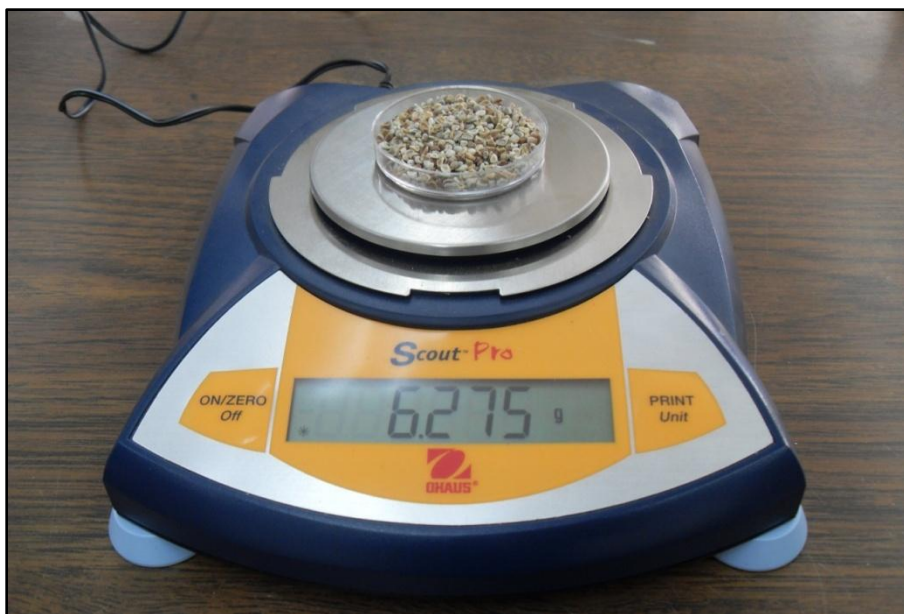


Figura 7. Determinación del peso en semillas de guácima.

Otra característica importante es la viabilidad a través de la cual se determina la cantidad de semilla para la siembra. La viabilidad se determinó mediante dos pruebas rápidas, por el método de flotabilidad, el cual consiste en colocar 200 semillas en agua destilada por 24 horas y suponiendo que las semillas que flotan no son viables. Posteriormente, se usó el método de tinción con tetrazolio (cloruro de 2, 3, 5 trifeniltetrazolio al 1%, $C_{19}H_{15}N_4Cl$) con el cual se tiñeron 100 semillas. Para ello se realizó un corte a la semilla tratando de no dañar el embrión, agregando la sustancia (tetrazolio) que hará reacción con el tejido de reserva, e inspeccionar después de 12 horas y un máximo de 24 horas, tiempo necesario para que las semillas presenten un cambio de coloración significativo, como indicador de viabilidad.

4.5 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

De acuerdo a la literatura disponible y como primer paso se realizó una revisión bibliográfica en libros, artículos y revistas donde se mencionaran tratamientos pregerminativos para estas dos especies, se analizaron los resultados obtenidos en dichas investigaciones, teniendo especial atención a las que obtuvieron mayor porcentaje de germinación, para de éstas elegir el tratamiento que mejor se aplique en la presente investigación.

Partiendo de este conocimiento se eligieron los siguientes tratamientos, en Palo dulce se usaron cuatro: testigo con ala, testigo sin ala, remojo en agua fría por 24 horas con ala y remojo en la misma condición sin ala, la finalidad que buscamos fue lavar los inhibidores y quitar una parte de la vaina que funciona como barrera física. Por su parte en Guácima se realizaron dos tratamientos: testigo e inmersión en agua caliente a 85°C por 2 minutos, enjuague con agua fría y se repitió el proceso una vez más, esto con la finalidad de quitar la mayor cantidad de mucilago presente que inhibe la germinación.



Figura 8. Prueba de germinación en semillas de guácima.

El proceso de instalación de la prueba fue el siguiente, las semillas se desinfectaron en una solución de cloro al 1% durante 20 minutos, las cajas se desinfectaron con un algodón saturado de alcohol y se dejaron secar, previamente también se desinfectó el fieltro en el fungicida agrícola “Bravo 720” durante 12 horas. Una vez colocadas las semillas en las cajas germinadoras se aplicó un riego con una solución de 20 ml de agua al 1% de fungicida, inmediatamente después se introdujeron en cámaras de germinación con ambiente de luz y temperatura controlada, usando un rango de temperatura 25-20°C día/noche y un fotoperiodo luz/oscuridad de 12 horas que imitaría las condiciones presentes en el lugar de procedencia.

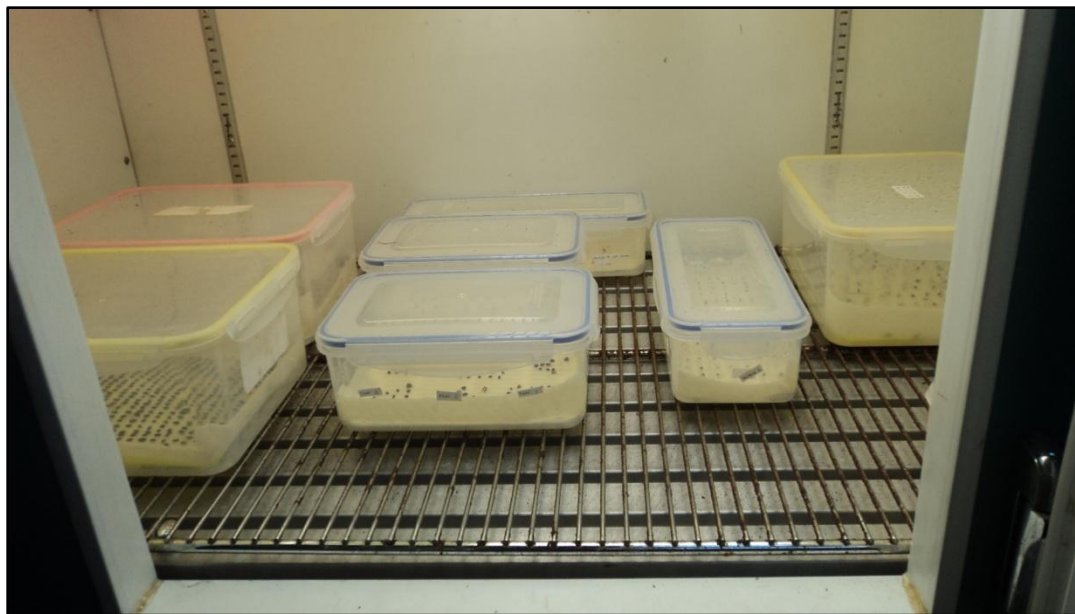


Figura 9. Colocación de semillas en la cámara de germinación.

Finalmente la observación fue diaria para anotar el número de semillas germinadas, considerando esto una vez que la radícula fue más grande que la semilla.



Figura 10. Semillas germinadas de guácima.

4.6 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA

El proceso de producción de la plántula se realizó en el vivero forestal del Campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en condiciones de invernadero construido de vidrio, para tratar de controlar la temperatura y humedad necesarias para estas dos especies.



Figura 11. Invernadero donde se produjeron las dos especies.

Se eligió el método o tecnología de producción en bolsa con siembra en almácigos temporales con una composición de arena, posteriormente se realizó el trasplante a bolsa, previo a esto se conformaron los sustratos para cada especie. Dentro del manejo se consideró el riego cada tercer día, la aplicación de captan en el establecimiento del almácigo y en el trasplante, el suministro de fertilizante 2 veces a la semana, control de malezas y mosquita blanca.



Figuras 12 y 13. Siembra de palo dulce en almácigo y trasplante de guácima en bolsa.

4.7 CONFORMACIÓN DEL SUSTRATO

El sustrato utilizado en Palo dulce tuvo dos composiciones 50-40-10 y 50-30-20 de material edáfico de la región de procedencia, arena y composta, respectivamente. La finalidad de traer material de la región fue observar si se obtendría una asociación entre el sustrato y la especie para generar nódulos.



Figura 14. Conformación del sustrato para palo dulce.

Después de elaborado el sustrato se realizó el análisis desde el punto de vista de la fertilidad, con especial énfasis en las concentraciones nutrimentales para estructurar la composición y dosis de fertilización.

Para guácima sólo se probó un sustrato, 50-40-10 de tierra agrícola de Chapingo, arena y composta, respectivamente. Esta última se elaboró a partir de paja de trigo, harinolina, urea, sulfato de calcio, yeso, pollinaza, harina de pescado, entre otros ingredientes. La mezcla fue perfectamente fermentada y esterilizada, y se agregó con la finalidad de aportar nutrientes, materia orgánica, mejorar la densidad aparente y aporte de ácidos húmicos, además de brindar estructura al cepellón.

4.8 MANEJO NUTRIMENTAL

Una vez obtenido el análisis de sustrato se observaron las cantidades presentes de cada nutriente, en que rango se encuentra presente y la interacción positiva o negativa entre ellos. Con base en esto se estructuró el fertilizante a aplicar con tres productos: A que contiene N, P, K, y Mg; B que contiene N, K, Ca y S; y finalmente Nutremás® que contiene los micronutrientes y aminoácidos, conformando así un fertilizante con todos los elementos necesarios para la planta.



Figura 15. Conformación del fertilizante con A, B y nutremás®.

4.9 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTA

Una vez completados 9 meses de desarrollo en guácima y 10 meses en palo dulce, ocurridos a partir de la germinación, se consideró el momento fisiológico adecuado debido a que se encontraban saliendo de latencia invernal. En tres plantas de cada tratamiento y en un intervalo de cuatro días, se realizó la determinación de calidad de planta mediante pruebas destructivas, así como la prueba de tensión hídrica a 1, 4, 8 y 12 días sin riego, haciendo un total de 12 plantas por tratamiento.



Figura 16. Muestras de plántulas de palo dulce para análisis morfológico.

Una vez definida la muestra, el primer paso fue tomar los atributos morfológicos, altura de la base del tallo hasta el brote terminal, para la cual se utilizó una regla graduada de 60 centímetros, el diámetro en el cuello de la raíz con vernier digital, se cortó la planta en la base del tallo y se preparó una parte de ella para colocarla en la cámara Scholander, una vez obtenido el dato de tensión hídrica, se colocó toda la parte aérea en un sobre para su posterior secado en la cámara de secado a una temperatura constante de 75°C.



Figura 17. Muestras de plántulas de guácima para análisis morfológico.

En el paso siguiente, se retiró todo el sustrato de la raíz, sumergiéndola en agua como medio de dispersión para obtener sólo la parte subterránea, se colocó en bolsas de papel estraza y también se dejaron en la cámara de secado, pasada una semana se obtuvieron los pesos anhidros de cada una.



Figura 18. Determinación del peso parte aérea y subterránea en guácima.

El procedimiento básico para la estimación de la tensión hídrica fue usar la cámara de presión Scholander que está conectada a una fuente de gas nitrógeno por medio de un regulador de presión. El tallo de la plántula fue cortado e insertado en el agujero y presionado con una junta de goma. El follaje dentro de la cámara y el tallo cortado fue colocado en el exterior. Posteriormente el nitrógeno fue introducido lentamente en la cámara, mientras que el tallo en el corte es observado de cerca con una lupa para mayor precisión y poder observar el momento en el cual la presión expulsó una gota de agua por el corte antes mencionado. En resumidas cuentas la presión del gas necesario para forzar la gota de agua a la superficie es igual a la tensión hídrica de la planta.



Figura 19. Determinación de la tensión hídrica con la cámara de presión Scholander.

Obtenidos todos los atributos se procedió a calcular en el programa Excel, el peso relativo de la parte aérea y subterránea, que se obtiene dividiendo el peso obtenido de cada parte entre el total; el índice de esbeltez que es la altura entre el diámetro, la relación biomasa aérea/radicular producida y el Índice de Dickson que considera todos los atributos anteriores.

4.10 DISEÑO EXPERIMENTAL

El análisis estadístico se hizo en forma independiente para cada una de las especies, puesto que no se pueden comparar debido a las diferencias genotípicas y fenotípicas. Para cada uno de los análisis estadísticos se utilizó el programa SAS.

TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS. La variable a evaluar para las dos especies fue germinación.

Palo dulce: En esta especie se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones de 20 semillas c/u.

$$\text{Modelo estadístico: } y_{ij} = \mu + \sigma_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde: y_{ij} = La variable respuesta del i-ésimo bloque, en el j-ésimo tratamiento.

μ = Media general del experimento

σ_i = Efecto del i-ésimo bloque

β_j = Efecto del j-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental

Guácima. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con dos tratamientos y tres repeticiones de 33 semillas c/u.

$$\text{Modelo estadístico: } y_i = \mu + \sigma_i + E_i$$

Donde: y_i = La variable respuesta del i-ésimo tratamiento

μ = Media general del experimento

σ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_i = Error experimental

PRODUCCIÓN. La variable a evaluar fue supervivencia.

Palo dulce: Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones de 16 plántulas c/u.

$$\text{Modelo estadístico: } y_{ijk} = \mu + \sigma_i + \beta_j + \delta_k + (\sigma\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde: y_{ijk} = La variable respuesta del i-ésimo sustrato, en el j-ésima fertilización, en el k-esimo bloque.

μ = Media general del experimento

σ_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor sustrato

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor fertilización

γ_k = Efecto del k-ésimo bloque

$(\sigma\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor sustrato y el j-ésimo nivel del factor fertilización

E_{ijk} = Error experimental

Guácima. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con dos tratamientos y tres repeticiones de 40 plántulas c/u.

Modelo estadístico: $y_i = \mu + \sigma_i + E_i$

CALIDAD DE PLANTA

Al obtener en Palo dulce una sobrevivencia muy variable y extraer las muestras se perdió la identidad de bloque, por lo que para las variables de calidad de planta se trabajó con un Diseño Completamente al Azar sin submuestreo, observando el efecto de los tratamientos en cada uno de los indicadores tanto morfológicos como en el fisiológico obtenido. En Guácima se siguió analizando con un Diseño Completamente al Azar. Las variables a evaluar fueron altura, diámetro, peso seco aéreo, peso seco subterráneo, peso relativo parte aérea, peso relativo parte subterránea, índice de esbeltez, relación peso seco aéreo entre peso seco subterráneo, índice de Dickson y tensión hídrica, obteniendo al final si son o no significativos para los tratamientos aplicados.

Para concluir se analizaron todos los resultados de los parámetros e indicadores para predecir su comportamiento en campo y determinar cuál fue el mejor tratamiento, si se cumplió el objetivo de producir planta de calidad y por lo tanto de la investigación.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ELECCIÓN DE ESPECIES

Las especies más demandadas y con una mayor cantidad de usos en el ejido Los Sauces fueron palo dulce y guácima seguidas por tecolhuiztle, canelillo y huizache (Cuadro 2), especies que actualmente presentan una disminución en sus poblaciones, razón que hace notar la urgencia por producirlas y reforestar en las zonas donde se han mermado sus poblaciones. Como resultado del taller participativo y recorridos de campo, de estas cinco especies se observó el interés en tres de ellas: palo dulce, guácima y tecolhuiztle, más otras dos que son tlahuitol y copal chino (estas dos últimas se muestran en el listado completo en el Anexo 2), que a pesar de no estar presentes dentro de las primeras cinco, hay un marcado interés por el aprovechamiento que actualmente tienen de ellas para leña y obtención de resina respectivamente.

Cuadro 2. Especies leñosas con mayor cantidad de usos en el ejido Los Sauces.

Nombre común	Nombre Científico	Uso actual						
		F	C	Postes	Leña	Me	Sombra	Ma
Palo Dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x	x	x		x		x
Cuahulote (Guácima)	<i>Guazuma ulmifolia</i>	x	x			x	x	
Tecolhuiztle	<i>Mimosa bentharii</i>		x	x			x	x
Canelillo	<i>Vitex pyramidata</i>	x	x		x			x
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	x	x	x				

F=Forrajero, C=Cerco vivo, Me=Medicinal, Ma=Maderable.

Una vez que se hicieron los recorridos de campo para la colecta de semilla se decidió trabajar sólo con palo dulce y Guácima, ya que de las otras especies elegibles no se pudo coleccionar suficiente semilla con características aceptables para llevar a cabo esta

investigación. Aunado a esto el potencial para reforestar y restaurar zonas degradadas que tienen Palo dulce y Guácima confirma su importancia debido a que ambas son especies de vegetación secundaria que toleran ambientes degradados; la primera presenta potencial para restaurar suelos degradados y la segunda con potencial para la reforestación asociada a sistemas agroforestales, razones que permitirán su introducción en la zona de estudio.

5.2 ANÁLISIS DE SEMILLAS

Como se observa en el cuadro 3, el número de semillas por kilogramo está por arriba de lo que menciona la literatura para las dos especies en esta procedencia, según se refiere en la Revisión de Literatura.

Cuadro 3. Resultado del análisis de semillas en palo dulce y guácima.

Especie	Peso de 1000 semillas (g)	Número de semillas*Kg	Viabilidad		Germinación en almácigo
			Flotabilidad	Tintura de tetrazolio %	
Palo dulce	5.857	170,969.39	99	61	68
Guácima	6.274	158,730.15	81	77	84

También se observa una variación muy grande en la prueba rápida de viabilidad en palo dulce donde se obtuvo un 99%, caso contrario se obtuvo en la prueba de tintura de tetrazolio para esta misma especie y para Guácima. En los demás resultados obtenidos se muestran poca variabilidad con lo obtenido en germinación en el almácigo, aplicando los mejores tratamientos obtenidos en las pruebas de germinación.

5.3 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Como se observa en el Cuadro 4, la semilla de palo dulce en semilla correspondiente al testigo sin ala, presentó la mayor germinación ($p=0.0885$). Esto se confirma en la Figura 20, al observar una energía germinativa mayor para dicho tratamiento, es decir que necesitó menos tiempo para germinar el 70% del total.

Cuadro 4. Comparación de medias en tratamiento pregerminativo para palo dulce.

TRATAMIENTOS	GERMINACIÓN $\bar{X}$
Testigo sin ala	58.750 A
Remojo sin ala	42.500 B
Testigo con ala	41.250 B
Remojo con ala	33.750 B
Diferencia Mínima Significativa	14.421

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes y $\alpha=0.1$

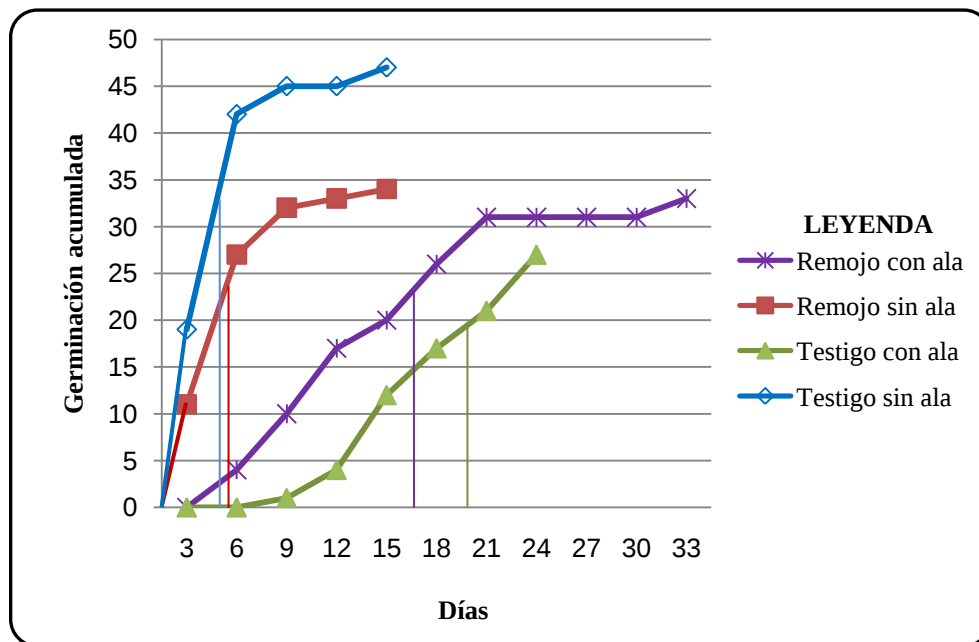


Figura 20. Energía germinativa de los tratamientos aplicados en palo dulce.

Para Guácima el tratamiento de inmersión en agua a 85°C por dos minutos, enjuague y la repetición del procedimiento, resultó significativo estadísticamente ($p=0.0001$) con un 80.81% de germinación en comparación del testigo (Cuadro 5). Se logró un pequeño avance en el porcentaje de germinación en comparación con lo mencionado en literatura con 72% de Hernández *et al.* (2001) al cumplir el objetivo de lavar el mucílago presente en la semilla.

Para guácima el tratamiento de inmersión en agua a 85°C por dos minutos, enjuague y la repetición del procedimiento, resultó significativo estadísticamente ($p=0.0001$) con un 80.81% de germinación en comparación del testigo (Cuadro 5). Se logró un pequeño avance en el porcentaje de germinación en comparación con lo mencionado en literatura con 72% de Hernández *et al.* (2001) al cumplir el objetivo de lavar el mucílago presente en la semilla.

Cuadro 5. Comparación de medias en tratamiento pregerminativo para guácima.

TRATAMIENTOS	GERMINACIÓN $\bar{X}$
Inmersión en agua a 85°C por 2 minutos, enjuague y una vez más se repite todo	80.81 A
Testigo	2.02 B
Diferencia Mínima Significativa	6.2704
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes y $\alpha=0.05$	

5.4 PRODUCCIÓN

SUSTRATO. Al utilizar un sustrato que en su mayor proporción era material edáfico del lugar de procedencia, en este caso arena de río, más arena y composta, se obtuvo en los análisis del sustrato una alta densidad aparente (Figuras 21 y 22), lo que se tradujo en

una baja porosidad, baja capacidad de aireación y en consecuencia un drenaje deficiente que pudo limitar el desarrollo y funcionamiento de las raíces en las plántulas.

Una de las finalidades de utilizar material edáfico de la región en Palo dulce fue observar si se desarrollarían nódulos fijadores de nitrógeno, lo cual no sucedió, por lo que se recomienda más investigación sobre el particular.

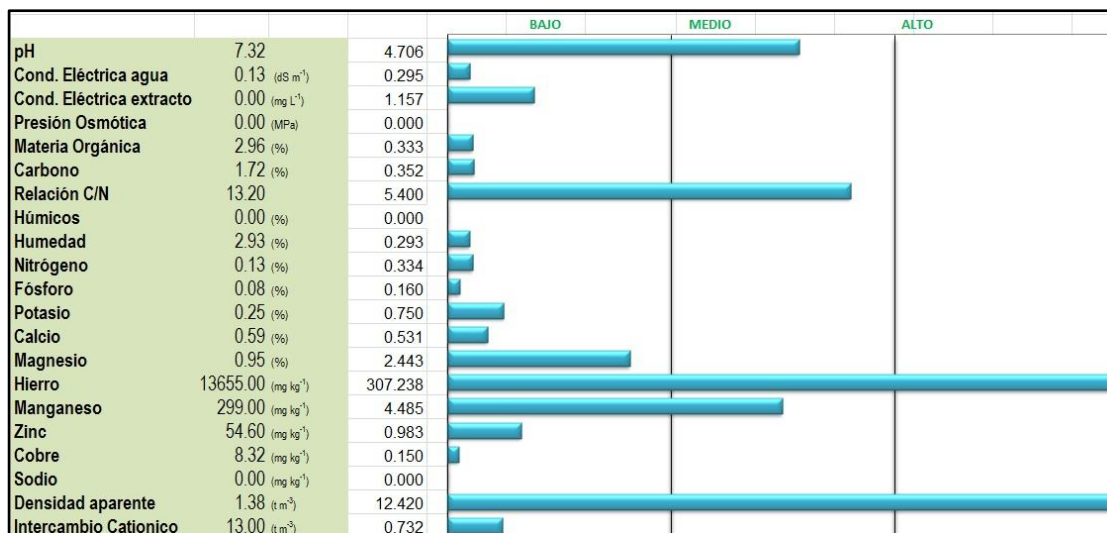


Figura 21. Resultados del análisis de sustrato 50-40-10.

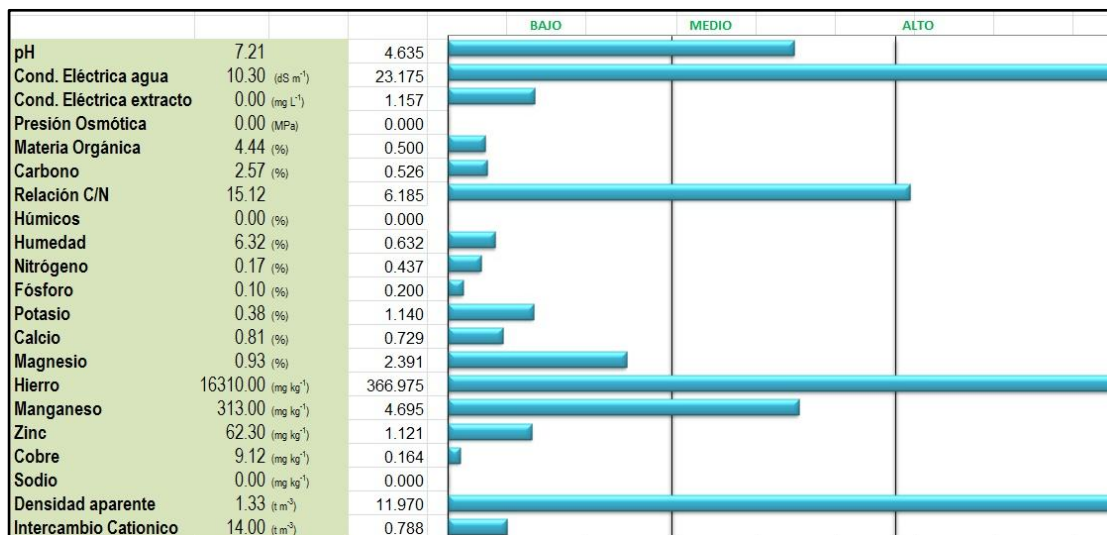


Figura 22. Resultados del análisis de sustrato 50-30-20.

Otros datos importantes a rescatar en los análisis del sustrato son los altos niveles en conductividad eléctrica y la relación carbono nitrógeno atributos que fueron otorgados

por la composta, también se encontraron niveles altos de hierro que puede inhibir la absorción de otros nutrientes. La diferencia entre los valores obtenidos en la composición 50-40-10 y 50-30-20 de material edáfico de la región, arena y composta, respectivamente presento diferencias al aumentar la concentración de cada uno de los nutrientes en la de mayor proporción de composta.

FERTILIZACIÓN. En el Cuadro 6, se muestra la concentración de los nutrientes que se aplicaron una vez analizados los resultados del análisis de la composta tratando de concentrar tanto los macros y micronutrientes, además de aminoácidos, activadores y acondicionadores.

Cuadro 6. Composición de productos A, B y Nutremás®.

NUTRIENTE EN COMPONENTE A Y B	CONTENIDO (%)
Nitrógeno amoniacal	1.75
Nitrógeno nítrico	2.50
Fósforo	6.70
Potasio	22.5
Magnesio	6.60
Calcio	3.36
Azufre	24.8
NUTRIENTE EN NUTREMAS	
Azufre	8.5
Hierro	7.5
Manganeso	7.5
Zinc	2.5
Cobre	0.56
Boro	1.31
Molibdeno	0.22
a-Aminoácidos	20.0
Activadores	5.0
Acondicionadores	47.15

SUPERVIVENCIA

El análisis estadístico de la supervivencia en la producción de plántula de palo dulce no hubo significancia en la aplicación de los tratamientos, pero si hubo efecto de sustrato, pues los que presentaban una menor concentración de composta, redituaron en mayor supervivencia (Cuadro 7). Finalmente, tampoco hubo significancia estadística para la fertilización, ni para la interacción sustrato*fertilización.

Cuadro 7. Comparación de medias en supervivencia para palo dulce.

TRATAMIENTO	SUPERVIVENCIA $\bar{X}$
Sustrato 50-40-10 con fertilización	89.063 A
Sustrato 50-40-10 sin fertilización	81.063 A
Sustrato 50-30-20 con fertilización	25.000 B
Sustrato 50-30-20 sin fertilización	35.938 B
Diferencia Mínima Significativa	30.157

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes y $\alpha=0.05$

En la producción de guácima se obtuvieron porcentajes altos de supervivencia resultando un efecto significativo ($p=0.0172$) en el tratamiento con ausencia de fertilización. En el Cuadro 8, se muestra la comparación de medias.

Cuadro 8. Comparación de medias en supervivencia para guácima.

TRATAMIENTO	*SUPERVIVENCIA $\bar{X}$
Sustrato 50-40-10 sin fertilización	100.00 A
Sustrato 50-40-10 con fertilización	95.00 B
Diferencia Mínima Significativa	0.1508

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes y $\alpha=0.05$ *Variable transformada

En referencia al trasplante, algo que vale la pena mencionar es que la Guácima fue muy resistente al trasplante, con un 96% de supervivencia después de éste. Esto debido a que

emite raíces fuertes que le permiten tolerar condiciones adversas desde los primeros días de vida. Por el contrario en palo dulce se observó una gran afectación al trasplante con sólo un 56%, de supervivencia, resultado menor al obtenido por Hernández *et al.* (2011) que obtuvo un porcentaje de 83%, que lo aduce a la pasteurización, que impidió el desarrollo de microorganismos indeseables que diezman, de manera crítica, a las plántulas durante las etapas iniciales. Esto y, la exposición de sus raíces delgadas, quebradizas y de desecación rápida, permiten que coincida con Cervantes *et al.* (2001) que recomienda trabajarla en siembra directa en bolsa o contenedor para evitar las pérdidas por trasplante.

5.5 CALIDAD DE PLANTA

El mejor tratamiento en palo dulce fue la composición de sustrato con menos composta con presencia de fertilización, ya que hubo un efecto estadístico significativo para los parámetros morfológicos: altura, peso parte aérea, peso parte subterránea y peso total, además del indicador morfológico índice de esbeltez.

La media obtenida para altura en palo dulce a 10 meses fue de 39.73 cm con un diámetro de 6.4 mm y una relación peso seco aéreo entre peso seco subterráneo de 0.86; comparado con los valores presentados por Cervantes y Sotelo (2002) a 6 meses con una altura promedio de 43 centímetros, 5 mm de diámetro y una relación peso aéreo entre peso subterráneo de 1.6, esto se explica por la ubicación fuera de su condición natural, que a pesar de ser mayor el tiempo de producción nos muestra menores resultados en los parámetros anteriores, también se puede inferir que la calidad de planta producida presenta buenas posibilidades de resistir condiciones de sequía presentes en el lugar de procedencia.

Respecto a altura el mejor tratamiento fue sustrato 50-40-10 con fertilización con una media de 39.7 cm. siempre y cuando sea colocada en una condición de competencia contra hierbas y arbustos (Johnson y Cline, 1991). Al tener una mayor altura su tasa fotosintética será mayor por lo que su sobrevivencia y crecimiento de nuevos brotes serán mayores (Grossnickle, 2012). En cambio si es colocada en sitios con fuertes vientos puede darse un daño mecánico (Ritche, 1984), por lo que conviene no suministrar fertilizante que estimule sólo el crecimiento primario.

Por su parte el diámetro es una medida general de la solidez de las plántulas y está relacionado con el tamaño del sistema radicular por lo tanto a la protección contra sequía y al daño por calor, por lo que está comprobado que mientras mayor sea el diámetro, mayor supervivencia y crecimiento en volumen se logrará (Grossnickle, 2012). Para palo dulce los mejores tratamientos fueron la composición de sustrato 50-40-10 con presencia o no de fertilización para desarrollar un diámetro mayor.

Los atributos peso de la parte aérea, peso de la parte subterránea y peso total resultaron mayores para el tratamiento con menor cantidad de composta y presencia de fertilización. En general, mientras mayor sea la biomasa producida, mejor podrá enfrentar la planta condiciones adversas, siempre y cuando se encuentren en un equilibrio (Johnson y Cline, 1991). Relativizarlas sólo es para poder observar con qué cantidad en porcentaje del total cuenta cada una, en este concepto es más importante el indicador de la relación PA/PS que se entiende como el balance entre la parte aérea y subterránea.

Para este último indicador, las menores cifras se obtuvieron en el sustrato 50-30-20 con ausencia de fertilización. Cabe aclarar que todos los tratamientos estuvieron por debajo

de uno que es un buen indicador de calidad de planta, indicando la prevalencia de la biomasa radical, lo cual denota calidad.

En el índice de esbeltez, el resultado más alto no necesariamente es el mejor (Fierros et al, 2001), para tal caso es mejor obtener valores medios que tienda a valores cercanos a tres, para tal caso el mejor tratamiento fue el de menor composta pero sin fertilización, ya que se presentó menor altura y es más robusto para tolerar condiciones de sequía como las presentes en la región de estudio. El índice de Dickson es muy parecido a la relación PA/PS y de acuerdo a esto los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con menor cantidad de composta.

Para el indicador fisiológico, tensión hídrica no hubo significancia estadística, pero de acuerdo a la Figura 23 se muestra que las plantas de todos los tratamientos resisten hasta 12 días sin humedad.

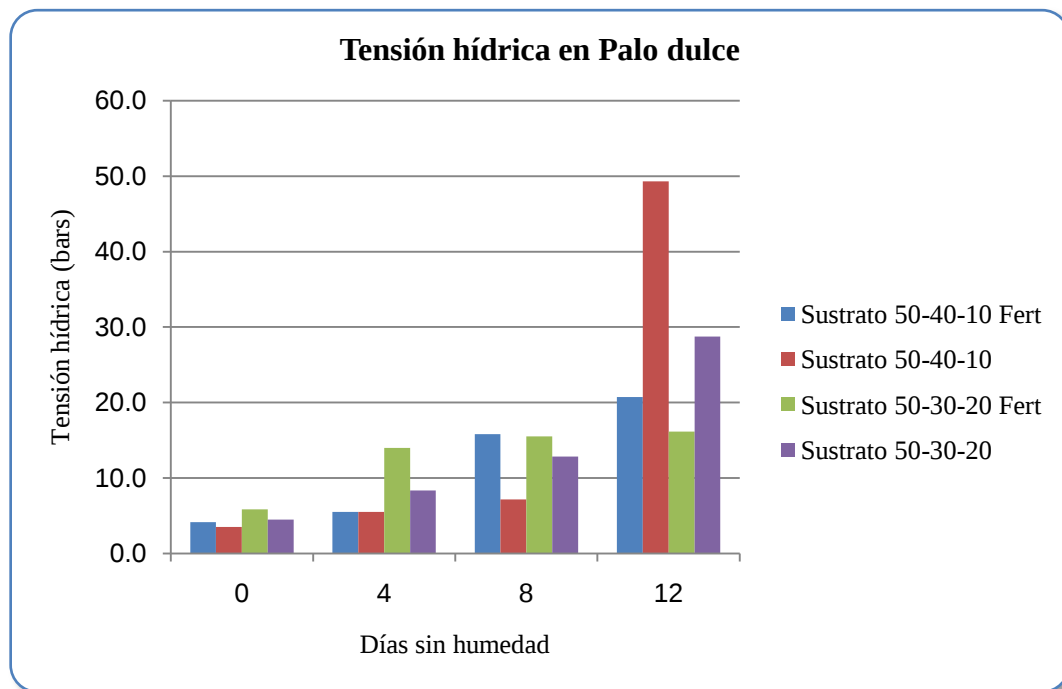


Figura 23. Resultados de tensión hídrica en palo dulce

Cuadro 9. Comparación de medias de indicadores de calidad de planta en palo dulce.

CONCEPTO	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (mm)	PESO PARTE AÉREA	PESO PARTE SUBTERRÁNEA	PESO TOTAL
			g		
P	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
Coefficiente de variación	38.62	26.40	62.27	55.81	56.42
TRATAMIENTO					
Sustrato 50-40-10 con fertilización	39.725 A	6.4108 A	2.2925 A	2.7494 A	5.0419 A
Sustrato 50-40-10 sin fertilización	24.500 B	5.8700 A	1.1778 B	1.7635 B	2.9413 B
Sustrato 50-30-20 con fertilización	18.650 B	4.2325 B	0.8560 B	0.8156 B	1.6716 B
Sustrato 50-30-20 sin fertilización	20.817 B	4.2033 B	0.7903 B	1.1341 B	1.9243 B
Diferencia Mínima Significativa	10.913	1,491	0.868	0.983	1.78

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes y $\alpha=0.05$

Cuadro 9. Continuación. Comparación de medias de indicadores de calidad de planta en palo dulce.

CONCEPTO	PESO RELATIVO PARTE AÉREA	PESO RELATIVO PARTE SUBTERRÁNEA	ÍNDICE DE ESBELTEZ	RELACIÓN PA/PS	ÍNDICE DE DICKSON	TENSIÓN HÍDRICA
	%					
P	0.0983	0.0983	0.0022	0.0412	0.0004	0.738
Coefficiente de variación	19.97	15.14	27.78	32.86	52.68	101.74
TRATAMIENTO						
Sustrato 50-40-10 con fertilización	0.4575 A	0.5425 A	6.2998 A	0.8558 AB	0.7229 A	10.727 A
Sustrato 50-40-10 sin fertilización	0.3942 A	0.6058 A	4.1200 B	0.6833 B	0.6277 A	16.375 A
Sustrato 50-30-20 con fertilización	0.4683 A	0.5317 A	4.3583 B	0.9567 A	0.3174 B	12.875 A
Sustrato 50-30-20 sin fertilización	0.4050 A	0.5950 A	4.7858 B	0.6992 B	0.3291 B	11.542 A
Diferencia Mínima Significativa	0.0939	0.0939	1.3031	0.253	0.2867	14.51

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes y $\alpha=0.05$ a excepción Índice de esbeltez y la Relación PA/PS que fue con $\alpha=0.1$

La evaluación de calidad de planta para guácima resultó estadísticamente significativo, en altura e índice de esbeltez para el tratamiento con fertilización y, los parámetros diámetro e índice Dickson, para el tratamiento con ausencia de fertilización.

La media obtenida para altura en guácima a 9 meses fue de 11.52 cm, con un diámetro de 4.8 mm y una relación peso seco aéreo entre peso seco subterráneo de 0.72; comparado con los valores presentados por Cervantes y Sotelo (2002) a 6 meses con una altura promedio de 33 centímetros, 3.4 mm de diámetro y una relación peso aéreo entre peso subterráneo de 3.4. La menor altura puede explicarse por las diferencias de temperatura, ya que en el presente experimento se tuvieron temperaturas más bajas que en el área de distribución natural de la especie, donde Cervantes y Sotelo (2002) llevaron a cabo su investigación.

Respecto a altura el mejor tratamiento fue al que se le aplicó fertilización con una media de 11.5 cm, con diferencias estadísticas respecto a la obtenida en el tratamiento sin fertilización (9.5). Al ser tan pequeñas no sobrevivirían en condiciones de competencia (Johnson y Cline, 1991), por lo que se recomienda mantener limpio al trasplante hasta que desarrolle lo suficiente para poder competir por luz. Para el atributo diámetro, el mejor tratamiento fue donde no se aplicó fertilización con una media de 4.8 mm por lo que se puede deducir que resistirá mejor el trasplante que el tratamiento con fertilización, ya que mayor dimensión de este mejor resistirá condiciones de sequía en el lugar de disposición final. Los atributos peso de la parte aérea, peso de la parte subterránea y peso total no resultaron estadísticamente significativos y como se puede observar en el cuadro 10, no hubo mucha variabilidad en los resultados. Al relativizar los pesos secos obtenidos se observa una mayor cantidad de biomasa subterránea en comparación con la aérea y eso se comprueba al observar el indicador de la relación PA/PS que se entiende como el balance entre la parte aérea y subterránea. Para tal caso los menores valores se obtuvieron con

ausencia de fertilización, debido a que los carbohidratos que son enviados a la raíz son más cuando el agua y los nutrientes son limitativos (Landsberg y Gower, 1997). Cabe aclarar que los tratamientos estuvieron por debajo de uno que es un buen indicador de calidad de planta. En el índice de esbeltez, los dos tratamientos están por debajo de tres, lo que se considera un buen resultado en calidad de planta, debido a que se observan pequeñas y robustas, lo que les permitirá resistir condiciones de sequía y daños mecánicos, condiciones que se encuentran en la región de procedencia. El índice de Dickson es muy parecido a la relación PA/PS y de acuerdo a esto los dos tratamientos se encuentran por debajo de uno por lo que se considera se obtuvo planta de calidad para una condición de sequía. Para el indicador fisiológico, tensión hídrica no hubo significancia estadística, pero en la Figura 24 se muestra que el tratamiento sin fertilización resistió hasta los 12 días sin humedad.

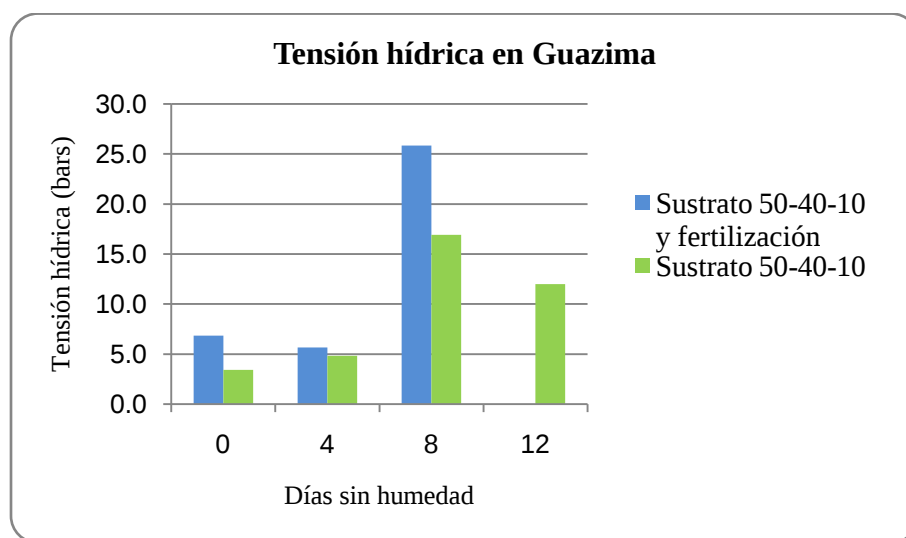


Figura 24. Resultados de tensión hídrica en guácima.

Finalmente, se debe mencionar que para la producción de planta de calidad es necesario evaluar los parámetros e indicadores obtenidos en relación con su comportamiento en campo, principalmente con las variables supervivencia y crecimiento.

Cuadro 10. Comparación de medias de indicadores de calidad de planta en guácima.

CONCEPTO	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (mm)	PESO PARTE AÉREA	PESO PARTE SUBTERRÁNEA	PESO TOTAL
				g	
P	0.0054	0.093	0.8225	0.1406	0.2127
Coefficiente de variación	14.889	18.817	25.855	38.837	30.817
TRATAMIENTO					
Sustrato 50-40-10 con fertilización	11.5167 A	4.2050 B	0.5806 A	0.8777 A	1.4583 A
Sustrato 50-40-10 sin fertilización	9.5417 B	4.8133 A	0.5947 A	1.1198 A	1.7144 A
Diferencia Mínima Significativa	1.3273	0.5948	0.1286	0.3284	0.4139

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes y $\alpha=0.05$

Cuadro 10. Continuación. Comparación de medias de indicadores de calidad de planta en guácima.

CONCEPTO	PESO RELATIVO PARTE AÉREA	PESO RELATIVO PARTE SUBTERRÁNEA	ÍNDICE DE ESBELTEZ	RELACIÓN PA/PS	ÍNDICE DE DICKSON	TENSIÓN HÍDRICA
	%					
P	0.1025	0.1025	0.0012	0.1074	0.0193	0.4265
Coefficiente de variación	18.961	11.891	19.072	31.725	48.964	80.617
TRATAMIENTO						
Sustrato 50-40-10 con fertilización	0.4108 A	0.5892 A	2.7617 A	0.7225 A	0.4227 B	12.778 A
Sustrato 50-40-10 sin fertilización	0.3600 A	0.6400 A	2.0617 B	0.5808 A	0.7079 A	9.450 A
Diferencia Mínima Significativa	0.0619	0.0619	0.3894	0.175	0.2343	8.6171

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes y $\alpha=0.05$ a excepción del Diámetro que fue con $\alpha=0.1$

VI. CONCLUSIONES

Guácima y Palo dulce son especies que presentan un alto potencial para reforestar y restaurar ambientes degradados en la región de Morelos, ya que ambas son especies de vegetación secundaria y presentan gran diversidad de usos reconocidos por sus habitantes, además de tener gran potencial para su inserción en sistemas agroforestales.

En Palo dulce se obtuvieron buenos resultados al cortar el ala (58.75%) como tratamiento pregerminativo. En la producción se obtuvieron 89 y 81% en supervivencia para los tratamientos con menos contenido de composta con y sin presencia de fertilización, respectivamente. En el concepto de calidad de planta, resultó significativo para menos composta con fertilización, pero presentó heterogeneidad para los tratamientos, debido probablemente a la variabilidad genética intrínseca de la especie al producirla en un lugar distinto de su área de distribución.

En guácima se obtuvieron buenos resultados en el tratamiento pregerminativo aplicado (80.81%). En la producción, para determinar supervivencia y calidad fue relativamente homogéneo, encontrando que es una especie de fácil manejo en vivero, que prospera a pesar de encontrarse en condiciones climáticas diferentes a su área de procedencia, tanto en presencia o ausencia de fertilización.

La evaluación de los atributos morfológicos, para las dos especies, resultaron menores en altura, diámetro y la relación PA/PS, en comparación con datos obtenidos en otras investigaciones, pero de acuerdo al análisis, se puede predecir que funcionarán mejor en la condición de sequía y suelos someros imperantes en la región de procedencia.

VII. LITERATURA CITADA

- Alarcón-Segura, J., L. Martínez-Serna y S. Castro-Zavala. 2003. Notas técnicas de tratamiento pregerminativo para la siembra de semilla de *Abies religiosa* (H.B.K) Schl. Et Cham y *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. Dirección de Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Vivero San Luis Tlaxialtemalco. México, D. F. 36 pp.
- Argueta-Villamar, A (coordinador). 1994. Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana, tomos I, II y III. Instituto Nacional Indigenista. México. D. F. Guácima en pp. 717-718 y Palo dulce en pp. 1102-1103.
- Bates, D. M. 1999. Ethnobotanical perspectives of agroforestry. En: Couttolenc-Brenis, E., J. A. Cruz-Rodríguez, E. Cedillo-Portugal y M. A. Musálem. 2005. Uso local y potencial de las especies arbóreas en Camarón de Tejeda, Veracruz. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 11(1) Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Becerra-Cruz, S. C. 2000. Determinación del nivel óptimo de fertilización nitrogenada para *Swietenia humilis* (Caoba del Pacífico) en etapa de vivero en Zamorano, Honduras. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 36 pp.
- Beltrán-López S. 2008 Arbustivas forrajeras con potencial para el Altiplano Potosino. Folleto técnico. INIFAP. Campo Experimental “San Luis”, SLP, México.
- Benítez G., M.T.P. Pulido-Salas y M. 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, Veracruz, México.

- Bonfil C. and I. Trejo. 2010. Plant Propagation and the Ecological Restoration of Mexican Tropical Deciduous Forests. In *Ecological Restoration* 28.3 (2010): 369-376. Disponible: http://www.inifap.gob.mx/revistas/ciencia_forestal/vol1_no2.pdf
- Bonner, F.T. 1993. Análisis de semillas forestales. (Traducción: Rodríguez T.D.A.). Serie Apoyo Académico 47. DICIFO, UACH. Chapingo, Estado de México. 53 pp.
- Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S. L. España. 242 pp.
- Burgos-Solorio, A. y T. Terrazas. 2010. El daño de *Chaetophloeus mexicanus* (Curculionidae: Scolytinae) a tallos de *Eysenhardtia polystachya*. *Madera y Bosques*, vol. 16, núm. 4, 2010, pp. 67-79. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
- CATIE. 1991. Guácimo, *Guazuma ulmifolia* Lam., especie de árbol de uso múltiple en América Central. Informe Técnico No 65. Consultado en junio de 2011. Disponible http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/guazuma_ulmifolia.pdf
- Cervantes-Gutiérrez V., M. López-González, N. Salas-Nava y G. Hernández-Cárdenas. 2001. Técnicas para propagar especies nativas de selvas bajas caducifolias y criterios para establecer áreas de reforestación. México. Las Prensas de Ciencias. UNAM.
- Cervantes-Sánchez, M. A. y M. E. Sotelo-Boyás. 2002. Guías técnicas para la propagación sexual de 10 especies latifoliadas de Selva Baja Caducifolia en el Estado de Morelos. Publicación especial No 30. INIFAP-SAGARPA. Campo Experimental “Zacatepec”, Morelos, México.

- Dirzo, R. 1992. Diversidad florística y estado de conservación de las selvas tropicales de México, pp. 283- 290. En J. Sarukhán y R. Dirzo (eds), México ante los retos de la biodiversidad. México.
- Dirzo, R. 1993. Deforestación tropical contemporánea. *Omnia*. 26:13-20. Centro de Ecología, UNAM. México.
- Duryea, M. L. 1985. Evaluating seedling quality: Importance to reforestation. Principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Oregon. 143 pp.
- Fagúndez-Pachón, C. 2088. Introducción al reconocimiento de las principales especies arbóreas nativas uruguayas. Apuntes para la carrera de Técnico en Gestión de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Consultado: 24/05/2012. En: http://tecrenat.fcien.edu.uy/Curso%20Reconocimiento_Clase%201.pdf
- Fierros-González, A. M., D. A. Rodríguez-Trejo, A. L. Leyva, R. Vargas-Carballo y R. Sosa-Cedillo. 2001. Ejecución de proyectos de plantaciones. En: Sosa-Cedillo, V. y A. M. Fierros-González. Manual del Curso de Especialización en Plantaciones Forestales Comerciales. CONFORA. México, D. F. pp. 71-245.
- Foucard, J. C. 1997. Viveros de la producción a la plantación: innovaciones técnicas. Traducción de Carlos de Juan. Ediciones Mundi - Prensa. España. 439 pp.
- 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.
- Grossnickle, C. Steven. 2012. Why seedlings: influence of plant attributes. *New Forests*. DOI 10.1007/s11056-012-9336-6. Springer Science+Business Media B.V.

- 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
- Hernández-Cuevas, L., V. Guerra-De la Cruz, G. Santiago-Martínez y P. Cuatlal-Cuahutencos. 2011 Propagación y micorrización de plantas nativas con potencial para restauración de suelos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. Vol. 2 Núm. 7. INIFAP.
- INEGI. 2000. Cartografía vectorial: curvas de nivel, hidrología, localidades, vías, marco geográfico municipal y estatal, geología, edafología, clima y uso de suelo y vegetación.
- INIFAP. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). 1994. Semillas forestales. México, D. F. 137 pp.
- INIFAP. 2001. Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos. Publicación especial No 7. Campo Experimental “Zacatepec”, Morelos, México.
- Janzen, D. H. 1988. Tropical Dry Forest. The most endangered major tropical ecosystem. p. 130-137. En: E. O. Wilson (Ed.). *Biodiversity*. National Academic Press, Washington, D. C.
- Jonson, J. D. and M. L. Cline 1991. Seedling quality of Southern pines. In Duryea, M. L. and P. M. Dougherty. *Forest regeneration manual*. Kluwer. Netherlands. pp 143-159.
- Krishnamurthy, L., K. Krishnamurthy, I. Rajagopal y A. Arroyo-Guadarrama. 2003. Introducción a la agroforestería para el desarrollo rural. SEMARNAT. México. p 18.
- Krishnamurthy L. y Marcelino A. 1999. Agroforestería básica. Serie de textos básicos para la formación ambiental. N° 3. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México. D.F.

- Landis, T. D., R. K. Dumroese y D. L. Haase. 2010. The container tree nursery manual. Volumen 7. Seedling processing, storage, and outplanting. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: Department of agricultural forest service. 200 pp.
- Landsberg, J. J. and S. T. Gower. 1997. Applications of physiological ecology to forest management. San Diego, CA: Academic Press. 354 pp.
- Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en la capital natural de México vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 283-322. Consultado el 25 de Mayo de 2012. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>
- Montoya-Oliver, J. M. y M. A. Cámara-Obregón. 1996. La planta y el vivero forestal. Ediciones Mundi-Prensa. España. 127 pp.
- Ospina-Ante, A. 2006. Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Asociación del Colectivo de Agroecología de Suroccidente Colombiano. Santiago de Cali, Colombia.
- Pastor-Cerritos, A. R. 1992. Ensayo de fertilización en cedro (*Cedrela odorata* L.), caoba (*Sweitenia macrophylla* King) y ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) bajo condiciones de vivero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 92 pp.
- Pérez-Gutiérrez, R. M., R. Vargas-Solís, L.M. García-Dueñas y L. Dávila-Badillo. 2002. Efecto de isoflavonas aisladas de la corteza de *Eysenhardtia polystachya* sobre el crecimiento de cristales de oxalato y fosfato de calcio urinario. Boletín del Colegio Mexicano de Urología. Vol. XVII, Núm. 3. IPN. México. D. F.
- Rodríguez-Trejo, D. A. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. Mundi-prensa. México, DF. 156 pp.

- Ritchie, A. Gary. 1985. Root growth potential: principles, procedures and predictive ability. In: Duryea M. L. Evaluating seedling quality: Importance to reforestation. Principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, OR, pp93-106.
- Román-Miranda, M. L. 2001. Evaluación de cinco especies arbóreas nativas como fuente de alimento para rumiantes en el trópico seco. Tesis de Doctorado. Universidad de Colima. México.
- Ruano M., J. R. 2003. Viveros forestales. Ediciones Mundi-prensa. España. 281 pp.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- Rzedowski, J. 1991. El endemismo de la flora fanerogámica de México: una apreciación analítica preliminar. *Acta botánica Mexicana* 15:47-64
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 432 pp.
- Taiz, L. y E. Zeiger. 2002. Plant physiology. Third edition. Sinauer Associates, Inc., publishers. Sunderland, Massachusetts. 690 pp.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forests: a national and local analysis in México. *Biological Conservation*. 94:133-142.
- Vázquez-Yanes, C., A. Orozco, M. Rojas, M. E. Sánchez y V. Cervantes. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 167 pp.
- Vázquez-Yanes, C., A.I. Batis-Muñoz, M.I. Alcocer-Silva, M. Guadalupe-Díaz y C. Sánchez-Dirzo. 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO e Instituto de Ecología, UNAM, México, D.F. En:

http://.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/árboles/doctos/introd-J084.html

Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg. Consultado el 15 de Junio 2011.

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/28-

[legum18m.pdf](#) *Guazuma ulmifolia* Lam. Consultado el 8 de Julio 2011.

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/66-

[sterc1m.pdf](#)

Wood P. y J. Burley. 1995. Un árbol para todo propósito. Introducción y evaluación de árboles de uso múltiple para Agroforestería. ICRAF e IICA. San José, Costa Rica. 180 pp.

ANEXO 1. Superficie del BTC y su condición en los estados.

ESTADO	ÁREA DE SBC (ha) *	ÁREA CONSERVADA (%)	INDICE ANUAL DE DEFORESTACIÓN (%) **
Sinaloa	1,813,449	77.9	0.4
Guerrero	1,792,808	12.1	1.9
Sonora	1,752,561	76.5	0.2
Michoacán	1,628,665	33.3	0.7
Jalisco	1,483,995	27.4	0.9
Oaxaca	1,125,920	45.7	0.5
Chihuahua	564,988	76.2	0
Tamaulipas	556,229	67.6	0.8
Durango	536,050	79.3	0.1
Puebla	524,361	26	0.2
Baja California Sur	385,016	99.9	0.1
Nayarit	367,574	56	0.7
Zacatecas	366,065	13.8	0.3
Chiapas	290,749	2.8	4.7
Guanajuato	243,987	1.6	0.6
Yucatán	193,988	0	1.7
San Luis Potosí	182,047	70	0.5
Colima	153,197	12.1	1.5
Querétaro	129,380	47.8	0.5
Morelos	117,168	4.4	0.4
Estado de México.	107,671	7.4	0.3
Veracruz	90,539	6	7.1
Aguascalientes	31,511	0	0.5
Hidalgo	6,247	60.3	0
Quintana Roo	3,727	9.1	1.1
TOTAL	14,447,892		
SUPERFICIE (%)	7.34		

*Basado en datos de INEGI, 2002 **1993 a 2002 periodo para calcular este índice.
(Tomado de Bonfil y Trejo, 2010).

ANEXO 2. Listado de especies leñosas de usos múltiples en el ejido “Los Sauces”.

Nombre Científico	Nombre común	Forrajera	Cerco Vivo	Poste	Leña	Medicinal	Sombra	Maderable	Parte utilizada	Observaciones
<i>Acacia cochliacantha</i>	Cubata negra	x	x						Vaina forraje	Diciembre-enero
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	x	x	x					Vaina	Tronco para hacer burros
<i>Acacia pennatula</i>	Espino blanco	x	x						Vaina	Diciembre-enero
<i>Amphipterigium adstringens</i>	Cuachalalate		x			x				
<i>Bambusa vulgaris</i>	Ocotate	x								Ornamental en fincas y para limite de solares, cuesta trabajo enderezarlo (Bajareque)
<i>Bursera bicolor</i>	Ticumaca		x			x				Resina para los pulmones
<i>Bursera bipinnata</i>	Copal chino		x							Obtención de resina de agosto a octubre
<i>Bursera copalífera</i>	Copal Ancho		x							
<i>Bursera grandifolia</i>	Palo mulato		x							
<i>Bursera morelensis</i>	Cuajote rojo		x				x			Hiper alérgico
<i>Calea zacatechichi</i>	Zacatechichi					x				
<i>Ceiba parviflora</i>	Pochote	x (silvestre)	x							Agua metabólica para venado, artesanal
<i>Comocladia engleriana</i>	Hinchahuevos			x						Hiper alérgico
<i>Conzattia multiflora</i>	Guayacán blanco		x	x						
<i>Courcettia glandulosa</i>	Tepechoco		x	x				x		Madera para yugo
<i>Crescentia alata</i>	Cuatecomate		x			x			Vaina	

Nombre Científico	Nombre común	Forrajera	Cerco vivo	Poste	Leña	Medicinal	Sombra	Maderable	Parte utilizada	Observaciones
<i>Daphnopsis americana</i>	Cebollejo						x			Para identificar cuerpos de agua subterráneos
<i>Diphysa robinoides</i>	Chicharroncillo	x								
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo Dulce	x	x	x		x		x		El mejor para poste, maderable
<i>Ficus involuta</i>	Amate blanco						x			Se ubican en riveras o cuerpos de agua en cauces de ríos
<i>Ficus tecolultensis</i>	Texcamalate						x			Se ubican en riveras o cuerpos de agua en cauces de ríos
<i>Gliricidia sepium</i>	Matarrata	x	x							
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote (guácima)	x	x			x	x		Bellota	Cosecha finales de febrero
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Palo brasil		x		x	x				
<i>Heliocarpus microcarpus</i>	Cuahulahua	x	x							
<i>Ipomoea murucoides</i>	Cazahuate		x							
<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje rojo	x							Vaina	Condimento
<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje o tepame		x		x		x			No sirve para resina
<i>Lysiloma divaricata</i>	Tlahuitol		x		x					Reproducción vegetativa (prende bien)
<i>Lysiloma divaricata</i>	Guaspelón	x					x		hoja y fruto	De uso potencial
<i>Manihot foetida</i>	Cucaracho o Techonquelite		x	x						
<i>Mimosa benthamii</i>	Tecolhuiztle		x	x			x	x		De las maderas más puras

Nombre Científico	Nombre común	Forrajera	Cerco Vivo	Poste	Leña	Medicinal	Sombra	Maderable	Parte utilizada	Observaciones
<i>Mimosa polyantha</i>	Uña de gato sierrilla		x		x					
<i>Montanoa tomentosa</i>	Cuilote	x								La hoja debe ser tierna, es alelopático con los pastos
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	x				x				
<i>Sapindus saponaria</i>	Coyúl			x			x			Verde todo el año
<i>Senna skinieri</i>	Petaca o Paraca									Para hacer las cercas de maroma
<i>Thevetia thevetioides</i>	Venenillo (Ayoyote)	x (silvestre)								
<i>Vitex pyramidata</i>	Canelillo		x		x			x		Madera para yugo y timón
<i>Wimmeria persicifolia</i>	Guayabillo							x		
<i>Sin determinación taxonómica</i>	Retaje	x (silvestre)								Forraje para las huilotas
<i>Sin determinación taxonómica</i>	San Pablillo	x (silvestre)	x							
<i>Sin determinación taxonómica</i>	Tlacicual blanco		x							
<i>Sin determinación taxonómica</i>	Yerba Coyote				x					
<i>Sin determinación taxonómica</i>	Zapotillo	x			x					
<i>Sin determinación taxonómica</i>	Zazanaque		x							