

00377



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE ECOLOGÍA**

**Análisis de la capacidad de germinación,
establecimiento y propagación vegetativa de un
grupo de especies de los Tuxtlas**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL CON ORIENTACIÓN
EN RESTAURACIÓN ECOLÓGICA)**

P R E S E N T A

PATRICIA VALENTINA CARRASCO CARBALLIDO

DIRECTOR DE TESIS:

DR. RODOLFO DIRZO MINJAREZ

MÉXICO, D.F.



DICIEMBRE, 2005

COORDINACIÓN

m. 352194



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: PATRICIA VALENTINA
CARRASCO CARBALLIDO
FECHA: 9 enero 06
FIRMA: Jalut

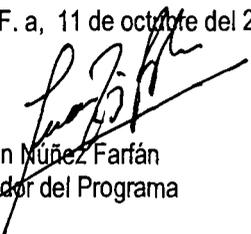
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 12 de septiembre del 2005, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del(a) alumno(a) **CARRASCO CARBALLIDO PATRICIA VALENTINA** con número de cuenta **95503963** con la tesis titulada: **Análisis de la capacidad de germinación, establecimiento y propagación vegetativa de un grupo de especies de los Tuxtles**, bajo la dirección del(a) **Dr. Rodolfo Dirzo Minjarez**.

Presidente: M. en C. Julia Carabias Lillo
Vocal: Dra. Cristina Martínez Garza
Secretario: Dr. Rodolfo Dirzo Minjarez
Suplente: Dra. Alma Delfina Orozco Segovia
Suplente: Dra. Dulce María Arias Ataide

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a, 11 de octubre del 2005


Dr. Juan Muñoz Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

Contenido

Agradecimientos	Vi
Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	
1.1. Deterioro Ambiental	3
1.2. ¿Por qué restaurar?	5
1.3. Antecedentes de restauración	9
1.4. Elementos básicos para llevar a cabo restauración	13
1.5. Estrategias para la restauración: germinación y propagación vegetativa de especies selectas	15
2. Objetivos	16
3. Sitio de estudio	17
3.1. Antecedentes de Restauración en Los Tuxtlas	20
4. Método de estudio	22
4.1. Elección del vivero	23
4.2. Elección de las especies	23
4.3. Encuestas	25
4.4. Pruebas de germinación	26
4.5. Pruebas de propagación vegetativa	27
4.6. Análisis estadísticos	29
5. Resultados	30
5.1. Elección de las especies	30
5.2. Encuestas	30
5.3. Pruebas de germinación	38
5.4. Pruebas de propagación vegetativa	40

Contenido

5.5. Ficha por especie	41
<i>Omphalea oleifera</i>	47
<i>Carica papaya</i>	51
<i>Cecropia obtusifolia</i>	55
<i>Ceiba pentandra</i>	59
<i>Pimenta dioica</i>	63
<i>Cordia megalantha</i>	67
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	71
<i>Piper auritum</i>	75
<i>Brosimum alicastrum</i>	79
<i>Poulsenia armata</i>	83
<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>	87
<i>Pouteria sapota</i>	91
<i>Diospyros digyna</i>	95
<i>Hampea nutricia</i>	98
<i>Gliricidia sepium</i>	102
<i>Bursera simaruba</i>	106
<i>Erythrina folkersii</i>	110
6. Discusión	114
7. Conclusión	127
8. Glosario	129
9. Apéndices	132
Bibliografía citada	134
Índice de referencias fotográficas	141

A mis padres

Patricia Carballido Díaz

y

Roberto Carrasco Licea

por traerme a este planeta

que aún huele a Selva

Agradecimientos

A Dios porque esta maestría, ha servido de inspiración en mi vida.

A los apoyos financieros otorgados por los programas de becas de postgrado de DGEP y de CONACYT clave 172935 para la realización de esta maestría.

A la Fundación Packard por el apoyo financiero para la realización del trabajo de campo.

A Asesoría Manufactura y Servicios A.C. (AMSE) departamento de Restauración Ecológica, por el apoyo económico y logístico para la realización del trabajo de campo.

A Rodolfo Dirzo por su asesoría como director de tesis y por compartir su experiencia en el estudio de ecosistemas tropicales, gracias por todo el apoyo brindado.

A la Dra. Dulce María Arias Ataide por apoyarme con todo lo necesario para el término de esta tesis ya como investigadora del CEAMISH-UAEM.

A la Dra. Alma Delfina Orozco Segovia por compartir sus conocimientos sobre germinación y por su paciencia.

A la M. en C. Julia Carabias Lillo por todos sus comentarios sobre la tesis y por permitirme enriquecer mi experiencia con actividades concretas de restauración ecológica en campo.

A la Dra. Cristina Martínez-Garza por su orientación tan detallada y sus aportaciones para el enriquecimiento de este trabajo de restauración.

A todos los miembros del jurado por su trabajo en este proyecto y por su tiempo para la revisión del documento.

Al Dr. José Sarukhán por su ejemplo como persona y calidad profesional.

Al Ing. Antonio González Azuara director de la "Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas" del Estado de Veracruz por su orientación.

Al Dr. Antonio Azuela de la Cueva por su orientación como profesor y apoyo en la búsqueda del sitio de trabajo.

Al Sr. Antonio Azuela Rivera por ser un hombre visionario con un profundo amor por la naturaleza. Gracias por su apoyo y por involucrarse de lleno en este proyecto al facilitar las instalaciones y personal del vivero "El Maduro". Gracias también a su familia que de distintas maneras se involucró en la realización de este proyecto y en el de Manantiales. En concreto a la Sra. Olga Alonso, al Sr. Rafael Azuela y Sr. Agustín Azuela.

Al Biol. Álvaro Campo por su apoyo en el trabajo de campo y en la obtención del excelente material fotográfico de las especies de estudio.

Al personal de la Estación de Biología de la UNAM en especial al Sr. Domingo y al Sr. Braulio por su apoyo en el trabajo de campo.

Al Dr. Oscar Dorado CEAMISH-UAEM por su apoyo para el término de este proyecto.

A la M. en C. Susana Valencia Díaz, al Dr. Efraín Tovar Sánchez y al Dr. Alejandro Flores por su orientación y comentarios.

A la Biol. Georgina García Méndez, a Luz Ma. Aranda y a Carolina Espinosa por todo el apoyo que me dieron durante mis estudios siendo pieza fundamental para concluirlos.

Al Profesor Vicente Arriaga por todo lo que aprendimos de restauración en su compañía.

Al M. en C. Enrique Provencio Durazo por su orientación e interés en el proyecto.

A la M. en C. Guillermina Dirzo por su apoyo en la logística de las revisiones de tesis.

Al Equipo de Restauración Ecológica de la CONANP de la Reserva de la Biosfera de Montes Azules por compartir sus experiencias de campo.

A mis papás, Psic. Patricia Carballido Díaz e Ing. Roberto Carrasco Licea por haberse entusiasmado e involucrado junto conmigo en este proyecto de restauración. Gracias por apoyarme durante todo el trabajo y en general en mi proyecto de vida.

A mi hermano Roberto por su presencia y cariño.

A mis abuelos Jorge Carballido, Consuelo Licea y Roberto Carrasco por alegrarse con mis cosas y disfrutar mis aventuras.

A mi bisabuela Tenchita, mi abuela Lucha y mi tía Rosalba por ser mujeres importantes en mi vida.

Al Biol. Fernando Saavedra por su apoyo en el desarrollo de este proyecto como profesionalista y amigo. Gracias.

Al Laboratorio de Interacción Planta-Animal del Instituto de Ecología, por el apoyo y a todos mis compañeros que se involucraron en las numerosas salidas de campo y trámites de este proyecto.

A los que me apoyaron en Tebanca Ismael, Isidro, Maximina, Ezequiel, Reina, Clarisa, Juanito, José, Ramón, Emmanuel y los niños que se anexaron en la parte final del proyecto.

Al M. en C. Pedro Mendoza por orientarme en mis estudios de Restauración Ecológica.

Gracias en general a todos los que se involucraron en este proyecto y en especial a: Paula, Betsa, Adriana, Lucero, Lalo, Karla, Octavio, Gabriel, Raúl, Fer, Dinorah, Ale, Polo, Ma. Esther, Daniel, Betty, Elsa, Ana, Ayumi, Misaki, Lety, Elgar, Lupis, Oscar, Perico, Vanessa, Leo, LIPENOS, CEAMISHeros, los de la Maestría, las del básquet, los del altillo, mis primos, tías-tíos, a la familia que siempre me apoya tanto y a los sin querer olvidados, a todos gracias.

Resumen

El objetivo de este estudio fue generar un manual de consulta que sirva como herramienta en los proyectos de Restauración Ecológica (RE) para la zona de Los Tuxtlas (Veracruz, México). Los datos incluidos derivan de: información bibliográfica, cuestionarios aplicados a 70 pobladores de la zona, la evaluación de los porcentajes de viabilidad, emergencia y sobrevivencia de 14 especies propagadas por semilla, así como la sobrevivencia de tres especies propagadas vegetativamente. Los trabajos fueron realizados en el vivero rústico "El Maduro" en Tebanca, Veracruz, en condiciones semejantes a las locales con el fin de facilitar la aclimatación de los individuos antes del trasplante a sitios potenciales de RE. Los porcentajes de viabilidad de las semillas presentaron una media de 86% con un máximo y mínimo respectivamente de 97% (*Carica papaya*) y 51% (*Hampea nutricia*) para las especies pioneras; y 100% (*Diospyros digyna*) y 79% (*Brosimum alicastrum*) para las especies no-pioneras. El promedio de emergencia de las plántulas a los cinco meses fue 42% con un máximo y mínimo respectivamente de 60% (*Hampea nutricia*) y 20% (*Piper auritum*) para las especies pioneras; y 43% (*Poulsenia armata*) y 12% (*Diospyros digyna*) para las especies no-pioneras. Los datos generados por las evaluaciones de viabilidad y emergencia nos permiten calcular el esfuerzo de colecta. La evaluación de la sobrevivencia de las plántulas por especie y a lo largo del tiempo ayuda en la construcción de gráficas que nos orientan para la planeación del tiempo máximo de residencia en el vivero. El promedio de sobrevivencia de las plántulas a los cinco meses fue 82% con un máximo y mínimo respectivamente de 88% (*Ceiba pentandra*) y 56% (*Piper auritum*) para las especies pioneras; y 99% (*Diospyros digyna*) y 75% (*Poulsenia armata*) para las especies no-pioneras. La evaluación de tamaños nos orienta en la planeación de trasplantes de las especies y en algunos casos para establecer nuevos criterios de tallas según las tasas de crecimiento de las respectivas especies. La talla promedio alcanzada en cinco meses fue de 18 cm con un máximo y mínimo respectivamente de 110% (*Heliocarpus appendiculatus*) y 7% (*Pimenta dioica*) para las especies pioneras; y 60% (*Pouteria sapota*) y 5% (*Pseudolmedia oxyphyllaria*) para las especies no-pioneras.

Las especies propagadas vegetativamente evaluadas en mayo 2003 tuvieron una media de sobrevivencia a los 57 días de 49% (de=41) y a los 150 días de 30% (de=30), siendo *Gliricidia sepium* la especie más exitosa con 91% y 65% para los tiempos mencionados. El porcentaje de supervivencia para las pruebas febrero 2005 fue de 92% (de=8) a los 62 días y de 19% (de=5) a los 111 días.

Con esta información podemos tomar mejores decisiones para diseñar estrategias exitosas de RE.

Abstract

The purpose of this study was to generate a consult guide as a tool for ecological restoration (RE) processes in "Los Tuxtlas" (Veracruz, Mexico). Data are derived from: bibliographic resources, questionnaires of 70 native people, an evaluation of viability, emergency and survival percentages of 14 seed propagated species, as well as the survival of three vegetative species. This study was conducted at the nursery "El Maduro" Tebanca (Veracruz) the conditions were similar to those of the local zone in order to facilitate individuals acclimatization to potential RE sites.

Mean percentage of seed viability was 86% with a maximum of 97% (*Carica papaya*) and a minimum of 51% (*Hampea nutricia*) for pioneer species and a 100% for (*Diospyros digyna*) and 79% (*Brosimum alicastrum*) for non-pioneer species. The mean for emergency of five month seedlings was 24% with a maximum and a minimum of 60% respectively (*Hampea nutricia*) and 20% (*Piper auritum*) for pioneer species; 43% (*Poulsenia armata*) and 12% (*Diospyros digyna*) for non-pioneer species.

Viability and emergency data allow us to calculate the collect effort. Survival evaluation of plant seedlings per species and along time will help to make estimations for planning the longest time for permanency at the nursery.

The mean survival values for five month plants was 82% with a maximum and a minimum of 88% respectively (*Ceiba pentandra*) and 56% (*Piper auritum*) for pioneer species; and 99% (*Diospyros digyna*); 75% (*Poulsenia armata*) non-pioneer species.

Size evaluations will give us information about species transplantation and in some cases for establishing new size criteria based on growth rates of these species. The mean size in five month was 18 cm with a maximum and a minimum of 110% respectively (*Heliocarpus appendiculatus*) and 7% (*Pimenta dioica*) for pioneer species; 60% (*Pouteria sapota*) and 5% (*Pseudolmedia oxyphyllaria*) for non pioneer species.

Vegetative propagated species, (evaluated in May 2003) recorded a mean survival value of at 57 days of 49% (sd=41) and at 150 days of 30% (sd=30) being *Gliricidia sepium* the most successful species with 91% and 65% for the mentioned times. Survival percentage for February 2005 tests was 92% (sd= 8) at 62 days and of 19% (de=5) at 111 days.

This information provides tools for making better decisions to design successful restoration strategies.

1. Introducción

1.1. Deterioro Ambiental

México es considerado como uno de los 17 países Megadiversos (CONABIO 1998, Arriaga *et al.* 2000). Esta riqueza ambiental se debe a que el país tiene una compleja historia geológica y una orografía accidentada en donde confluyen elementos de flora y fauna de las regiones neoártica y neotropical (Challenger 1998). Sin embargo esta riqueza se encuentra amenazada y las causas pueden ser descritas a distintas escalas. A nivel mundial nos enfrentamos a problemas ambientales cada vez más graves como el calentamiento global, la pérdida de la capa de ozono, el incremento en la producción de contaminantes, la pérdida de cobertura vegetal, la erosión, la defaunación, o la crisis por el agua, por mencionar tan sólo algunos. Esta problemática requiere del planteamiento de soluciones viables que contrarresten la degradación del ambiente y la pérdida de los recursos naturales. Actualmente, éstos ya no tienen la capacidad de soportar los niveles de extracción a los que los hemos sometido ni de revertir los niveles de contaminación a los que hemos llegado (Carabias *et al.* 1999, French 1999). Realizando este análisis observaremos que la problemática ambiental va más allá de lo ecológico, por lo que las posibles propuestas de solución deberán abordar diversos factores que se comentaran más adelante.

Los modelos de explotación de los recursos naturales que hemos practicado han acelerado las tasas de extinción de especies, los procesos de fragmentación de la vegetación y la pérdida de los servicios ambientales. Poniendo en riesgo la diversidad biológica y la viabilidad de los ecosistemas, así como la disminución de la calidad del aire, el agua, el suelo y la regulación de la temperatura (Brañes 2000). En el año 2000 la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) colocó a México en quinto lugar mundial por su tasa de deforestación, estimándola en 631 mil hectáreas por año (SEMARNAT 2002). Aunado a los procesos de deforestación, se va dando la fragmentación de la vegetación; el tamaño, forma y distribución de estos fragmentos afecta los procesos naturales de las poblaciones (polinización,

dispersión, tamaño y distribución), aumentando su tasa de extinción local (Guevara *et al.* 2004).

Los orígenes de la degradación ecológica son diversos y pueden ser naturales o antropogénicos. Los naturales son causados por el fuego, el viento, las heladas, los huracanes, el agua, las erupciones volcánicas, los herbívoros y las enfermedades (White y Pickett 1985), jugando un rol importante en los ciclos de vida y dinámica sucesional de las comunidades vegetales (Attiwill 1994). Los factores antropogénicos constituyen la primera causa de amenaza de los ecosistemas. Algunos de estos factores son: el cambio de uso de suelo, la sobre explotación, la introducción de especies exóticas y la contaminación (Lande 1998). De modo que, para abordar el problema ambiental tenemos que tomar en cuenta la situación social y económica que han definido nuestro modo de explotar los recursos naturales (Brañes 2000, Guevara 2003). Si logramos incidir a ese nivel podremos acercarnos a una recuperación ambiental a largo plazo.

Un aspecto social fundamental en México es que el régimen de propiedad de la tierra se encuentra estrechamente ligado a los sistemas de explotación. Alrededor del 80% de las tierras forestales son propiedad colectiva y están en manos de ejidos y comunidades agrarias, mientras que en el resto de América Latina del 70% al 80% son propiedad nacional (Brañes 2000). La situación en México dificulta la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos naturales.

El crecimiento demográfico y la pobreza en México han generado que la explotación de los recursos se intensifique, dando como resultado ambientes cada vez más degradados, que a su vez agudizan el nivel de pobreza. Esto nos encierra en un círculo vicioso en donde los pobres son cada vez más pobres y los recursos naturales y los servicios que éstos generan se degradan cada vez más (Guevara 2003). Los terrenos afectados por las actividades antropocéntricas han acelerado la desaparición de la cubierta vegetal natural (Semarnat 2002). Se ha calculado que se pierden 600 mil has de bosques anualmente, lo cual equivale a una tasa de deforestación anual de 1.2% (Escalante y Aroche 2000).

La vegetación natural ha sido sustituida por áreas dedicadas a la agricultura, ganadería y asentamientos humanos. La agricultura por mucho tiempo ha sido la fuente de recursos alimentarios, y su desarrollo contribuyó a la apertura de extensas superficies en las selvas, lo que aumentó la deforestación

(Carabias *et al.* 1994). Con el crecimiento de la población, las necesidades de consumo se incrementaron y se transformaron los hábitos alimenticios generando una mayor demanda de cárnicos, lo que a su vez provocó un aumento en la ganaderización (Brañes 2000, Merino 2002). Tan sólo en 1999 el número de cabezas de ganado bovino que había en el territorio era de 31 millones de unidades animales, rebasando la capacidad de carga de los ecosistemas e incrementando su deterioro (Semarnat 2002). Éstos son algunos de los factores antropogénicos que más notablemente aceleran la pérdida de la cobertura vegetal. Como resultado de este manejo, en las últimas décadas el hombre ha logrado la transformación del ambiente de una manera drástica (Douglas 1996).

Frente a este panorama nuestra concepción de la naturaleza debiera cambiar, de pensar que los recursos naturales son inagotables como se enseñaba en las escuelas anteriormente, a una conciencia de la realidad. En la actualidad el deterioro ambiental ha llegado a niveles alarmantes y requiere de nuestra atención, tanto para conservar lo que aún queda como para buscar estrategias que permitan restaurar el daño que ya hemos causado al ambiente (Carabias *et al.* 1999). Ahora se reconoce el valor del capital natural (recursos naturales y medio ambiente) como un elemento indispensable para lograr un crecimiento sustentable, más allá de lograr sólo nuestra subsistencia (Guevara 2003). En la medida que podamos aterrizar estas ideas en estrategias que incluyan los distintos factores mencionados anteriormente, será que podremos obtener resultados palpables.

1.2. ¿Por qué restaurar?

Como respuesta a la crisis ambiental se ha incrementado el diálogo en círculos políticos, científicos y ambientalistas. En estos espacios se han generado debates, principalmente en el ámbito internacional, en busca de un cambio en los paradigmas ambientales. Este cambio busca presionar a los países a generar nuevas alternativas de uso de los recursos, favoreciendo que pongan en sus agendas como tema prioritario los temas relacionados con la degradación del medio ambiente (Carabias *et al.* 1999). Buscando que los acuerdos internacionales resulten en leyes nacionales que repercutan en la calidad de los

ecosistemas. México ha tenido una amplia participación en foros internacionales organizados por el sistema de naciones unidas, en la negociación y firma de convenios para la protección del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales. En diciembre de 1990 se habían firmado 43 convenios de cooperación internacional (INE 2005). México también ha establecido un programa de cooperación científica, técnica y económica con otros países, así como mesas de diálogo para la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales (INE 2005). Este tipo de actividades puede impulsar la búsqueda de estrategias adecuadas para nuestro país partiendo de las experiencias generadas frente a problemáticas semejantes en otras naciones.

En respuesta a esto, en el país se han desarrollado distintas instancias e instrumentos que buscan soluciones a la problemática ambiental como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, (LGEEPA). Además, se ha creado la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, (SEMARNAP 1994-2000) ahora SEMARNAT 2000- -, la cual ha jugado un papel determinante en el manejo de los recursos naturales a nivel nacional.

En la búsqueda de preservar áreas importantes de vegetación bien conservada se han establecido sitios de reserva bajo la figura de áreas naturales protegidas (ANP). Bajo este esquema hasta el 2005 se habían declarado 154 ANP, lo que equivale a 18 727 860 ha (CONANP 2005). Aunado a esto se han generado diversos instrumentos que regulen el uso de los bosques por medio de inspecciones de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), dando seguimiento a los infractores forestales (SEMARNAT 2002).

Asimismo, se han realizado diversas acciones como por ejemplo: abrir espacios para el diálogo, planteando propuestas para la búsqueda de un desarrollo sustentable que permita satisfacer nuestras necesidades sin disminuir la capacidad de las siguientes generaciones para satisfacer las suyas, manteniendo un equilibrio con los ecosistemas (Guevara 2003). La mayoría de los esfuerzos están encaminados a tareas de conservación de áreas con vegetación poco alteradas, enfrentándonos al problema de que no siempre un manchón de vegetación tendrá las condiciones óptimas para ser un hábitat adecuado para las comunidades de flora o fauna local (Miller 2000). La mayoría de los ecosistemas persistentes han sido impactados por el hombre en distintos

grados, por lo que es común encontrar sitios que requieren de un proceso de regeneración. Este proceso se puede dar de manera natural (sucesión), sin embargo el tiempo de recuperación del ecosistema dependerá del nivel de degradación al que haya estado expuesto y puede ser que los procesos naturales ya se encuentren afectados y la sucesión quede detenida en alguna etapa (Parrotta 1993).

Una manera de facilitar o acelerar el proceso es estudiar los estados sucesionales de un ecosistema y plantear estrategias de intervención que permitan una RE del ecosistema. Se han investigado distintas propuestas como la introducción de especies pioneras en un diseño de parches, o de especies de etapas tardías o mezclando ambas, evaluando el éxito de las mismas para modificar las condiciones del sitio y así facilitar el proceso sucesional (Meli 2004, Martínez-Garza *et al.* 2005).

Con la intención de atender estas necesidades, en México se ha generado la forma legal de "Zonas de Restauración Ecológica" (LEGEEPA 2002). Bajo esta figura se agrupan áreas con procesos de degradación o desertificación con graves desequilibrios ecológicos, y se tiene como meta llevar a cabo actividades de recuperación y restablecimiento de condiciones que propicien la continuidad de los procesos ecológicos (LEGEEPA 2002). Sin embargo, esta figura sólo es aplicable a sitios que han alcanzado niveles elevados de degradación y es importante aclarar que en el campo nos enfrentaremos con un gradiente de ambientes alterados que requieren ser intervenidos en distintos grados para la recuperación de sus procesos ecológicos.

Definir qué es la restauración ecológica (RE) no es fácil y ha generado discusión entre los especialistas. En sí, la palabra restaurar se refiere a reparar lo que se ha dañado, de manera que recupere su antiguo aspecto y función (Diccionario enciclopédico 2001). En el contexto ecológico es indispensable conocer las funciones y características originales de un ecosistema para delimitar lo que se quiere restablecer. Definir cuales son estos elementos y ubicar en que medida pueden ser recuperados es una tarea difícil.

Algunas definiciones de restauración que se han propuesto son:

- Recuperación de la estructura, funcionalidad y autosuficiencia semejantes a las presentadas originalmente en un ecosistema que ha sido degradado (Bradshaw 1987, Meffé y Carroll 1994).
- Regresar un sistema ecológico a su estado original (Bradshaw 1997).
- Proceso de reparar el daño causado por humanos a la biodiversidad y dinámicas de los ecosistemas nativos (Sociedad Para la Restauración Ecológica, SER, Jackson et al. 1995).
- Buscar un re-ensamblaje de comunidades a través de la acción del hombre (MacMahon 2001).
- Proponer actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales (LEGEEPA 2002).

Sin embargo, es absolutamente necesario establecer el nivel al que se quiere llevar a cabo la RE, sus posibilidades y viabilidad; cuestionarnos qué características y funciones de un ecosistema nos interesa y es posible recuperar; determinar cuál es el fin de la RE y buscar un equilibrio entre las constantes tensiones entre intereses económicos y ambientales. Esto es, determinar el alcance viable de la tarea a desarrollar.

Podemos buscar alguna de las siguientes alternativas: que el sistema regrese a sus condiciones naturales originales hasta lograr cierta estabilidad sin necesidad de manejo; plantear un manejo de aprovechamiento moderado ó, simplemente, restaurar el paisaje cuando el sitio está muy alterado (Vázquez-Yanes *et al.* 1999).

Nuestra intervención como restauradores puede ser a distintos niveles, por ejemplo, (MacMahon 2001):

- Rehabilitar: cuando nos interesa recuperar elementos de la estructura o función de un ecosistema.
- Sanear (reclamación): cuando trabajamos en áreas con un alto grado de disturbio.
- Recrear: mejorar de alguna forma un sistema a pesar de que la meta no sea llegar a las condiciones originales.

- Recuperar ecológicamente: simplemente permitiendo que el sistema se restituya naturalmente (sucesión secundaria).

El objetivo ideal de un proyecto de RE es que al final el sistema restaurado sea autosustentable (capacidad de auto perpetuarse), resistente a invasiones de nuevas especies, productivo, capaz de retener nutrientes y que sea un área en donde se lleven a cabo interacciones bióticas (Ewel 1987).

No obstante, lo que se pretenda hacer como proyecto de restauración y sus alcances dependerá del nivel de conservación y de las circunstancias de la zona tanto ecológicas como socio-económicas (Vázquez-Yanes *et al.* 1999). Un proyecto exitoso a largo plazo sin duda tendrá que buscar el equilibrio entre los distintos factores.

1.3. Antecedentes de restauración

Para dar solución a los problemas de degradación en México se han implementado, a través del tiempo, diversos programas de reforestación (Vázquez-Yanes *et al.* 1999). Anteriormente estos programas contemplaban sólo metas de sembrar árboles. Es decir, reforestar y no restaurar. La reforestación puede ser una herramienta de un plan de restauración, pero no implica la recuperación de las funciones de un ecosistema (Vázquez-Yanes *et al.* 1999, Martínez-Garza y Howe 2003). En cambio, un plan de restauración busca llevar al ecosistema a un nivel de mejor calidad ecológica o incluso a sus condiciones originales.

Los criterios de selección de las especies para los proyectos de RE estaban basados en su capacidad de crecer en sistemas degradados, tener altas tasas de crecimiento y en algunos casos se elegían por sus potenciales comerciales. En estos programas no se tomaba en cuenta si las especies eran o no nativas de los sitios a reforestar. De este tipo de enfoque tenemos evidencias como la siembra masiva con especies exóticas como: *Pinus spp.*, *Eucalyptus spp.*, *Casuarina spp.*, jacarandas, pirules, truenos entre otras (Vázquez-Yanes *et al.* 1999).

En algunos programas de reforestación ni siquiera se alcanzaron las metas establecidas, ya que con la utilización de especies exóticas se han obtenido

resultados contraproducente, por ejemplo, cuando se han usado eucaliptos para controlar la erosión del suelo y en su lugar hemos obtenido suelos contaminados por sustancias alelopáticas dificultando la llegada de nuevas especies (Vázquez-Yanes *et al.* 1997). La introducción de especies exóticas vs nativas se encuentra estrechamente relacionada a la disponibilidad de información del manejo de las mismas. La utilización de especies exóticas pudiera ser justificada según el objetivo del proyecto de recuperación que se pretenda realizar. Por ejemplo, cuando la meta es recuperar rápidamente la cobertura vegetal para contrarrestar un proceso de erosión. Sin embargo, la introducción de especies exóticas no favorecerá la continuidad de los procesos ecológicos (Vázquez-Yanes *et al.* 1999) y este tipo de estrategias debiera estar acompañado de un plan de seguimiento y por una posterior sustitución de estas especies exóticas por ejemplares nativos.

Un ejemplo de utilización de especies exóticas con fines de RE es el realizado por Márquez (1999) en Ixtaczoquitlán, Veracruz. Este proyecto consistió en adicionar suelo e introducir especies exóticas en las laderas de extracción de cantera de la cementera APASCO. Esta compañía tiene un proyecto para la rehabilitación de las laderas, ya que tienen pendientes muy elevadas y el suelo está totalmente desnudo, por lo que el proceso de erosión es intensivo. Uno de los ensayos realizados consistió en sembrar cuadrantes de pastos exóticos, con el fin de generar manchones donde se generara suelo. En una segunda fase se sembró *Casuarina* (especie exótica) con la finalidad de ir generando una cobertura vegetal que cambiara las condiciones microclimáticas del sitio para que en una etapa posterior se sustituyan por individuos de especies locales de importancia económica. (Márquez 1999).

Es importante puntualizar que en la actualidad, el enfoque de los programas de reforestación en México ha ido evolucionando y ahora se recurre a la reforestación por medio del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE). Este programa ha significado un cambio en las estrategias de reforestación, dando mayor énfasis al uso de especies nativas, al incremento en la sobrevivencia de los árboles plantados y a la reforestación en zonas rurales, donde los cambios de uso del suelo afectan mayores superficies. Así, se reporta que la extensión reforestada entre 1993 y 2002 fue cercana al 0.5% de la superficie nacional (SEMARNAT 2002). El cambio de enfoque puede repercutir en

el futuro en la recuperación de los ambientes intervenidos y favorecer la generación de información necesaria para la propagación masiva de especies nativas.

En la búsqueda de plantear estrategias de restauración que sean adecuadas para los ambientes de nuestro país se han generado diversas investigaciones que han sentado precedente en el planteamiento de distintos niveles de intervención, según las condiciones de sitio de trabajo. Algunos de estos casos se ejemplifican en la Tabla 1.

Tabla 1. Ejemplos de proyectos que han puesto a prueba estrategias de restauración ecológica en México.

Autor	Sitio	Estrategia	Resultados
González-Iturbe et al. 2002	Yucatán	Determinar la composición vegetal de una comunidad de selva baja caducifolia con diferentes estados sucesionales.	Una base de datos de las herbáceas tempranas en la sucesión. Las leguminosas son el 50% de las especies. No existe selva virgen, sólo sitios con 50 años de abandono.
Carabias et al. 1994	Guerrero	Restauración de tierras de Barbecho en regiones de montaña. Seleccionando especies de rápido crecimiento.	Se registraron sobrevivencias del 85%.
Pedraza y Williams-Linera 2003	Veracruz	Plantaciones en bosque mesófilo de montaña con diferentes niveles de deterioro.	Menor sobrevivencia (22%) de plántulas en los sitios más deteriorados (dominadas por pastos y con suelos compactados por la ganadería).
Márquez 1999	Ixtaczoqui tlán, Veracruz	Adición de suelo, introducción de especies exóticas y nativas de plantas que mitiguen la erosión.	Se encontró que en áreas con plantaciones de especies nativas se favorece la restauración de la vegetación original y que la presencia de pastos limita su establecimiento.
Gordon et al. 2003	Oaxaca y Honduras	Evaluación de especies arboreas de SBC para <i>circa situm</i> (restauración con especies en habitats diferentes a los que le dieron origen).	Selección de 36 especies que son útiles y que están etiquetadas como especies endémicas.

1.4. Elementos básicos para llevar a cabo restauración

Los proyectos de Restauración Ecológica (RE) al ser diseñados para cada sitio de trabajo, pueden ser muy variados. Sin embargo, existen elementos que se pueden aplicar de manera general en la planeación, implementación y evaluación de cualquier proyecto (Jackson *et al.* 1995, MacMahon 1997), por lo que es importante realizar un análisis de las condiciones del sitio y sus necesidades para poder plantearse las preguntas correctas.

La primera pregunta que debemos responder es si el problema al que nos enfrentamos amerita una intervención con estrategias de RE (Hobbs y Norton 1995), ya que en algunos casos será suficiente con detener el agente que ha causado el disturbio. Consideraremos que un ecosistema ha perdido su capacidad de auto recuperación cuando se encuentre deteriorado a tal nivel que sea imposible su auto regeneración en un tiempo menor a 50 años (dos generaciones) o cuando a pesar de detener el agente de disturbio la degradación continúe (Jackson *et al.* 1995). En estos casos será necesario iniciar un proceso de investigación que nos permita conocer los factores de disturbio y las posibilidades de recuperar dichos ambientes.

Para que el proyecto de RE sea fructífero es preciso involucrar a los pobladores locales, de modo que se busque el consenso local (MacMahon 1997). Ésto nos lleva a realizar una revisión ecológica y socio-económica de la zona (Merino 2002), de modo que podamos establecer objetivos, metas y alcances reales del proyecto con el fin de lograr aminorar la degradación (Hobbs y Norton 1995, MacMahon 1997). En general, debemos buscar responder a la realidad del sitio y proponer estrategias de intervención mínima que vayan de acuerdo con las actividades que se realizan en la zona. La búsqueda de información del sitio debe abarcar las condiciones actuales e históricas de la vegetación (Horowitz 1990), pues ésto nos dará un panorama amplio y un mejor entendimiento de los motivos del deterioro.

La RE al ser una intervención deliberada para mejorar un ecosistema, nos obliga a tener claro a qué nivel queremos y podemos ayudar a la recuperación del ecosistema. Es importante delimitar cuáles son los elementos que queremos

recuperar; éstos pueden ser: la estructura, función y composición (Hobbs y Norton 1995). Por lo que al iniciar el proyecto las metas deben estar bien definidas y si esto no se logra con claridad es mejor reunir mayor información antes de dar inicio a una intervención formal.

Otro elemento que se debe definir desde el principio corresponde a las variables que vamos a medir para realizar evaluaciones periódicas que permitan determinar si el proyecto va desarrollándose como lo planeamos o necesitamos reorientarlo. Así como determinar el tiempo que podremos darle seguimiento (MacMahon 1997). Según el nivel de restauración que queramos llevar a cabo tendremos que elegir un sistema de referencia con el cuál podamos comparar el sitio restaurado (MacMahon 1997).

Durante todo el proyecto será importante que podamos evaluar los costos, eficiencia, tiempo, logros y fracasos del trabajo realizado, por lo que es indispensable llevar el registro de las estrategias que hayamos implementado, de modo que tengamos información sobre la sobrevivencia y calidad de las especies introducidas, la habilidad de la misma para responder a los disturbios naturales del sistema, mejorías en el suelo, colonización por fauna y otras especies, características del ciclaje de nutrientes y el régimen hidrológico (Jackson *et al.* 1995). Todas las experiencias reportadas servirán como guía para el diseño de trabajos posteriores.

El éxito de un proyecto de RE siempre depende de los objetivos planteados y puede ser alcanzado hasta en un año, 10 o 50 años dependiendo de ellos. Sin embargo, dentro de los primeros 10 o 15 años podemos ver si logramos un ecosistema saludable (MacMahon 1997). Para obtener resultados de dichas evaluaciones es importante definir con claridad las escalas o herramientas para llevarlas a cabo, de modo que podamos tener datos concretos del éxito obtenido.

1.5. Estrategias para la restauración: germinación y propagación vegetativa de especies selectas

Existen distintas estrategias para realizar una RE y todas están encaminadas a movilizar un ecosistema de su estado actual a un estado de mayor calidad en donde se esté dando continuidad a los procesos ecológicos. Esto puede ser manipulando el sitio de alguna manera que se favorezcan cambios en el ecosistema que ayuden a su recuperación, por ejemplo, controlando la colonización, el desempeño, crecimiento o reproducción de algunas especies para favorecer a otras especies vegetales y animales propias de dicho ecosistema (Hobbs y Norton 1995). Con esto se busca generar un disturbio que favorezca al ecosistema a cambiar de un estado a otro que consideremos de mejor calidad. Sin embargo, nuestra capacidad de hacer predicciones puede ser limitada y dependerá del conocimiento previo que tengamos del sitio de trabajo (Hobbs y Norton 1995, Jordan III *et al.* 1987). Entre más información se tenga sobre la dinámica sucesional, mayor capacidad tendremos para manipular el sistema.

Entre las estrategias más utilizadas en la RE para intervenir un ecosistema se encuentra la introducción de especies vegetales. De modo que los componentes básicos del ecosistema sean modificados hacia condiciones aptas para otros organismos (descomponedores, polinizadores, dispersores) de los cuales depende la dinámica del sistema (Jackson *et al.* 1995). Los individuos vegetales a introducir pueden provenir de los sitios conservados en forma de plántulas ya establecidas. Las cuales pueden ser colectadas del sotobosque y transplantadas directamente a sitios degradados. La ventaja de este sistema es que podemos superar la mortalidad inherente al proceso de germinación. Otras estrategias empleadas consisten en colectar semillas o esquejes para realizar propagación vegetativa.

Para introducir plantas a un sistema es importante conocer las técnicas óptimas de propagación, por lo que se requiere realizar pruebas de germinación y propagación vegetativa. Esto se puede complementar con la investigación sobre el potencial que las especies vegetales puedan tener para regenerar los ambientes alterados. La información obtenida será importante para establecer

criterios de selección que nos puedan orientar sobre qué especies usar; conocer su fenología para establecer calendarios de colecta de semillas; saber cómo se pueden almacenar; si requieren tratamientos de germinación o cuál es su potencial de propagación y vegetativa, así como evaluar su crecimiento, sobrevivencia, disposición en el transplante (Vázquez-Yanes *et al.* 1997, 1999). En concreto, se requiere generar la información necesaria para facilitar que estas especies sean utilizadas en programas de restauración.

Frente a la problemática de falta de información para un manejo de especies con potencial para la RE es importante responder a la urgente necesidad de generar información básica y de fácil acceso. En este contexto, surge el presente trabajo con el objetivo de concentrar información necesaria para el diseño de estrategias que permitan una selección de especies nativas que favorezcan el planteamiento de proyectos de restauración ecológica eficaces. A pesar de que existen distintas estrategias de intervención de un sistema, la introducción de plantas propagadas en vivero es la práctica más común, por lo que en este estudio se evaluaron algunas de las características de especies vegetales para conocer su éxito germinativo y de propagación vegetativa.

2. Objetivos

Este estudio tuvo como objetivo la búsqueda de especies con potencial para la restauración ecológica. Las especies fueron seleccionadas por medio de una serie de criterios propuestos que evaluaran su potencial restaurador. Así mismo, se buscó que las especies correspondieran a las necesidades ecológicas, sociales y de disponibilidad de propágulos en la zona de Los Tuxtlas, Veracruz.

Se evaluaron los potenciales de germinación y de propagación vegetativa, así como la sobrevivencia. Con esta información se generó un manual de fácil acceso que facilite la elección de especies para proyectos de restauración ecológica en el futuro, tomando en cuenta las características analizadas en el presente trabajo.

criterios de selección que nos puedan orientar sobre qué especies usar; conocer su fenología para establecer calendarios de colecta de semillas; saber cómo se pueden almacenar; si requieren tratamientos de germinación o cuál es su potencial de propagación y vegetativa, así como evaluar su crecimiento, sobrevivencia, disposición en el transplante (Vázquez-Yanes *et al.* 1997, 1999). En concreto, se requiere generar la información necesaria para facilitar que estas especies sean utilizadas en programas de restauración.

Frente a la problemática de falta de información para un manejo de especies con potencial para la RE es importante responder a la urgente necesidad de generar información básica y de fácil acceso. En este contexto, surge el presente trabajo con el objetivo de concentrar información necesaria para el diseño de estrategias que permitan una selección de especies nativas que favorezcan el planteamiento de proyectos de restauración ecológica eficaces. A pesar de que existen distintas estrategias de intervención de un sistema, la introducción de plantas propagadas en vivero es la práctica más común, por lo que en este estudio se evaluaron algunas de las características de especies vegetales para conocer su éxito germinativo y de propagación vegetativa.

2. Objetivos

Este estudio tuvo como objetivo la búsqueda de especies con potencial para la restauración ecológica. Las especies fueron seleccionadas por medio de una serie de criterios propuestos que evaluaran su potencial restaurador. Así mismo, se buscó que las especies correspondieran a las necesidades ecológicas, sociales y de disponibilidad de propágulos en la zona de Los Tuxtlas, Veracruz.

Se evaluaron los potenciales de germinación y de propagación vegetativa, así como la sobrevivencia. Con esta información se generó un manual de fácil acceso que facilite la elección de especies para proyectos de restauración ecológica en el futuro, tomando en cuenta las características analizadas en el presente trabajo.

1.5. Estrategias para la restauración: germinación y propagación vegetativa de especies selectas

Existen distintas estrategias para realizar una RE y todas están encaminadas a movilizar un ecosistema de su estado actual a un estado de mayor calidad en donde se esté dando continuidad a los procesos ecológicos. Esto puede ser manipulando el sitio de alguna manera que se favorezcan cambios en el ecosistema que ayuden a su recuperación, por ejemplo, controlando la colonización, el desempeño, crecimiento o reproducción de algunas especies para favorecer a otras especies vegetales y animales propias de dicho ecosistema (Hobbs y Norton 1995). Con esto se busca generar un disturbio que favorezca al ecosistema a cambiar de un estado a otro que consideremos de mejor calidad. Sin embargo, nuestra capacidad de hacer predicciones puede ser limitada y dependerá del conocimiento previo que tengamos del sitio de trabajo (Hobbs y Norton 1995, Jordan III *et al.* 1987). Entre más información se tenga sobre la dinámica sucesional, mayor capacidad tendremos para manipular el sistema.

Entre las estrategias más utilizadas en la RE para intervenir un ecosistema se encuentra la introducción de especies vegetales. De modo que los componentes básicos del ecosistema sean modificados hacia condiciones aptas para otros organismos (descomponedores, polinizadores, dispersores) de los cuales depende la dinámica del sistema (Jackson *et al.* 1995). Los individuos vegetales a introducir pueden provenir de los sitios conservados en forma de plántulas ya establecidas. Las cuales pueden ser colectadas del sotobosque y transplantadas directamente a sitios degradados. La ventaja de este sistema es que podemos superar la mortalidad inherente al proceso de germinación. Otras estrategias empleadas consisten en coleccionar semillas o esquejes para realizar propagación vegetativa.

Para introducir plantas a un sistema es importante conocer las técnicas óptimas de propagación, por lo que se requiere realizar pruebas de germinación y propagación vegetativa. Esto se puede complementar con la investigación sobre el potencial que las especies vegetales puedan tener para regenerar los ambientes alterados. La información obtenida será importante para establecer

3. Sitio de estudio

El sitio de estudio se encuentra en la Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y sus alrededores, en la Sierra de los Tuxtlas, Veracruz (Figura 1 a). Embebida en la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas la cual fue declarada el 23 de noviembre de 1998 como área natural protegida y cuenta con un área total de 155, 122 ha (CONANP 2005). Por su ubicación presenta elementos boreales y tropicales de vegetación y fauna (González *et al.* 1997).

La estación se encuentra entre los 95° 04' y 95° 09' de longitud oeste y los 18° 34' y 18° 36' de latitud norte y se encuentra sobre la vertiente este del volcán San Martín Tuxtla, ocupando un terreno inclinado de latitud de 150 m en su lado Este hasta 650 m en su lado Oeste (González *et al.* 1997).

El relieve en la zona es principalmente volcánico. El clima es cálido húmedo del grupo semicálido. Sin embargo en las zonas que rebasan los 1600m. de altitud podemos encontrar clima templado (González *et al.* 1997). La región cuenta con tres zonas térmicas que van de 26 °C a 18 °C de temperatura media anual. El clima y la precipitación están influidos por la configuración del terreno que es muy variada debido a la presencia de la sierra, así como de la exposición a los vientos del Golfo de México (González *et al.* 1997). La precipitación media anual es de 4900 mm en lluvias y de 100 mm en secas. Pero puede fluctuar de 1200-1500 mm hasta más de 4000 mm según la zona (González *et al.* 1997).

El tipo de vegetación en la zona corresponde a selva alta perennifolia de acuerdo con el sistema de Miranda y Hernández X (1963) o bosque tropical perennifolio según Rzedowski (1981). Con árboles de más de 30 m, los géneros más representativos son: *Ficus*, *Poulsenia*, *Nectandra* y *Cordia*, y en el sotobosque *Astrocaryum* (Ibarra 1985). Sin embargo, en la actualidad sus alrededores han sido convertidos en potreros o acahuals (Figura 1 b) mostrando un mosaico de fragmentos de selva.

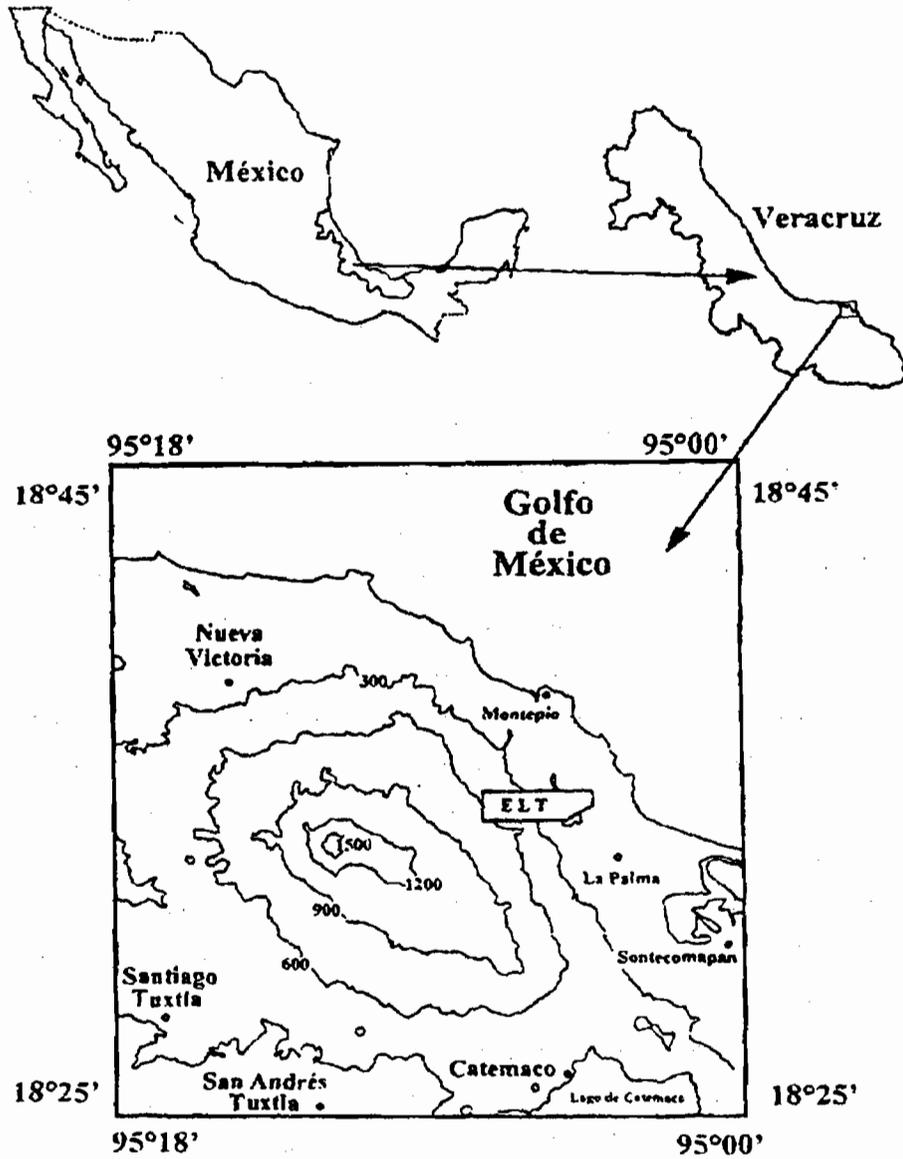


Figura 1 a. Ubicación de la zona de estudios, Estación biológica Tropical de los Tuxtlas, Veracruz (González *et al.* 1997).

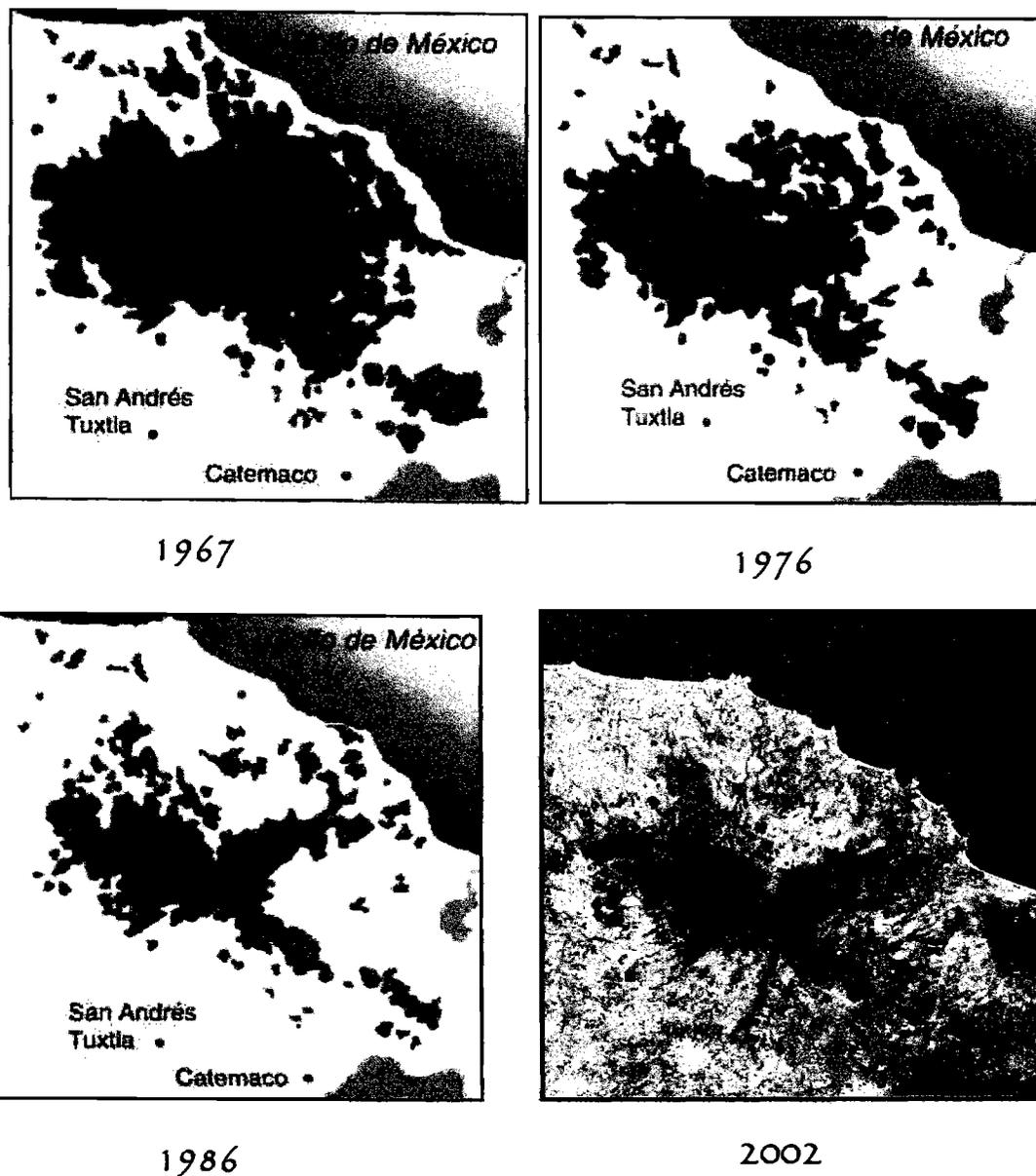


Figura 1 b. Secuencia de la pérdida de la vegetación de la zona de Los Tuxtlas. Secuencia de imágenes para 1967, 1976, 1986 (Dirzo y García 1992) y 2002 (Mendoza *et al.* 2005).

3.1. Antecedentes de Restauración en Los Tuxtlas

En general en el país, la expansión de la actividad agropecuaria se ha dado a costa de la selva originando un mosaico de unidades de paisaje como campos de cultivo, potreros, remanentes de selva y matorrales. En el estado de Veracruz (7.28×10^6 ha), la extensión de los pastizales en 1940 era de 1.6×10^6 ha; en 1985, de 3.4×10^6 ha y se estima que a principios de los 90' alcanzó 4.5×10^6 ha (Barrera-Bassols 1992). En la reserva de los Tuxtlas se ha calculado una tasa de deforestación de 4.3% anual de 1976-1986 (Dirzo y García 1992). Como consecuencia de la destrucción del hábitat se ha fragmentado la selva, aumentando el efecto de borde y dificultando el la continuidad del hábitat. Lo cual probablemente afecte a las poblaciones de especies de fauna y flora de la selva tal y como se ha evaluado en otros ambientes tropicales (Wilcove *et al.* 1986, Forman y Gordon 1986). Esta fragmentación agudiza los problemas de defaunación generando efectos en cascada que interrumpen la continuidad de los procesos ecológicos que se llevan a cabo entre animales y plantas como la herbivoría, dando lugar a cambios estructurales en la vegetación (Dirzo y Miranda 1991).

Sin embargo, la dinámica agropecuaria en la zona ha cambiado en la última década debido a una disminución en la rentabilidad económica de estas actividades, generando el incremento de potreros abandonados (Guevara *et al.* 2004). Es por esto que se abre la oportunidad de proponer usos alternativos que estén más relacionados con la conservación del sitio y que involucren la recuperación de la vegetación original por medio de estrategias de restauración. Dirzo (1991) propuso el establecimiento de un corredor biológico que sea una conexión entre la reserva de la estación de biología de la UNAM y la zona protegida del volcán San Martín Tuxtla, complementando esta acción con otras acciones de restauración. En la actualidad se cuenta con la información necesaria para proponer y ensayar estrategias de restauración Tabla 2.

Tabla 2. Algunos ejemplos de trabajos de restauración ecológica realizados en la zona de Los Tuxtlas, Veracruz.

Autor	Estrategia	Resultados
Martínez-Garza <i>et al.</i> 2005	Evaluación de características foliares para pronosticar sobrevivencia y crecimiento de especies vegetales en sitios perturbados.	Selección de especies tardías en la sucesión que tengan potencial para la restauración ecológica, por medio de la evaluación de sus características foliares.
Vázquez-Yanez <i>et al.</i> 1999	Establecimiento de criterios de selección de especies con potencial para la RE y revisión bibliográfica de las especies seleccionadas.	Libro con fichas de especies nativas recomendadas para la restauración de México.
Guevara <i>et al.</i> 2004	Revisión de la problemática ambiental de la región y de los estudios que se han generado.	Libro que sintetiza dicho análisis y plantea las posibles líneas de búsqueda para darle solución.
Meli 2004	Establecimiento potencial de seis especies leñosas en un potrero. En distintas combinaciones, a partir de distintos medios de propagación. Con presencia y ausencia de pastos.	Especies propagadas por semilla con una sobrevivencia de 64-88% independiente de la presencia de pastos. Propagadas por estaca de 2-19%, afectadas negativamente por los pastos.
De la Vega 2005	Evaluación del papel que los árboles aislados de cítricos juegan como atractores de propágulos.	Los árboles sirven como atractores para aves ya sea como percha o por alimento. El ave que obtuvo mayor frecuencia en los avistamientos fue la cotorra <i>Amazona autumnales</i>

4. Método de estudio

Para iniciar el análisis de especies vegetales con potencial para la RE, realicé una revisión de los trabajos previos sobre especies nativas de la zona ya que, en general, los programas de reforestación que se han realizado en nuestro país se han llevado a cabo con especies exóticas, y ésto ha dificultado el establecimiento de las especies de flora y fauna locales (Vázquez-Yanes *et al.* 1997). Las especies a seleccionar para proyectos de restauración debían ser nativas y tener propiedades que sugirieran su utilidad para la restauración ecológica. Con esta información, conformé una lista de especies fundamentalmente pioneras con crecimiento rápido para que en poco tiempo pudieran cambiar las condiciones microclimáticas de las zonas de RE. Sin embargo, en el trabajo también se incluyeron especies intermedias en la sucesión o no-pioneras, con el fin de presentar información que permita experimentar con especies de distintos niveles sucesionales. También se tomó en cuenta el potencial económico de estas especies para favorecer su aceptación por los pobladores de la zona. Además, realicé encuestas con el fin de corroborar la utilidad de las especies y busqué investigaciones en las que se evaluara su capacidad de germinación y propagación vegetativa. Con base en esto, propuse una técnica sencilla de propagación que pudiera ser repetida por los pobladores en campo, bajo condiciones mínimas de equipamiento. Para esto último, fue necesario hacer colectas de semillas y estacas para realizar los ensayos de germinación y propagación vegetativa, evaluando el número de semillas germinadas que lograban emerger por especie y en el caso de la propagación vegetativa, el porcentaje de sobrevivencia. Todo lo anterior se llevó a cabo en un vivero rústico.

4. Método de estudio

Para iniciar el análisis de especies vegetales con potencial para la RE, realicé una revisión de los trabajos previos sobre especies nativas de la zona ya que, en general, los programas de reforestación que se han realizado en nuestro país se han llevado a cabo con especies exóticas, y ésto ha dificultado el establecimiento de las especies de flora y fauna locales (Vázquez-Yanes *et al.* 1997). Las especies a seleccionar para proyectos de restauración debían ser nativas y tener propiedades que sugirieran su utilidad para la restauración ecológica. Con esta información, conformé una lista de especies fundamentalmente pioneras con crecimiento rápido para que en poco tiempo pudieran cambiar las condiciones microclimáticas de las zonas de RE. Sin embargo, en el trabajo también se incluyeron especies intermedias en la sucesión o no-pioneras, con el fin de presentar información que permita experimentar con especies de distintos niveles sucesionales. También se tomó en cuenta el potencial económico de estas especies para favorecer su aceptación por los pobladores de la zona. Además, realicé encuestas con el fin de corroborar la utilidad de las especies y busqué investigaciones en las que se evaluara su capacidad de germinación y propagación vegetativa. Con base en esto, propuse una técnica sencilla de propagación que pudiera ser repetida por los pobladores en campo, bajo condiciones mínimas de equipamiento. Para esto último, fue necesario hacer colectas de semillas y estacas para realizar los ensayos de germinación y propagación vegetativa, evaluando el número de semillas germinadas que lograban emerger por especie y en el caso de la propagación vegetativa, el porcentaje de sobrevivencia. Todo lo anterior se llevó a cabo en un vivero rústico.

Tabla 2. Algunos ejemplos de trabajos de restauración ecológica realizados en la zona de Los Tuxtlas, Veracruz.

Autor	Estrategia	Resultados
Martínez-Garza et al. 2005	Evaluación de características foliares para pronosticar sobrevivencia y crecimiento de especies vegetales en sitios perturbados.	Selección de especies tardías en la sucesión que tengan potencial para la restauración ecológica, por medio de la evaluación de sus características foliares.
Vázquez-Yanez et al. 1999	Establecimiento de criterios de selección de especies con potencial para la RE y revisión bibliográfica de las especies seleccionadas.	Libro con fichas de especies nativas recomendadas para la restauración de México.
Guevara et al. 2004	Revisión de la problemática ambiental de la región y de los estudios que se han generado.	Libro que sintetiza dicho análisis y plantea las posibles líneas de búsqueda para darle solución.
Meli 2004	Establecimiento potencial de seis especies leñosas en un potrero. En distintas combinaciones, a partir de distintos medios de propagación. Con presencia y ausencia de pastos.	Especies propagadas por semilla con una sobrevivencia de 64-88% independiente de la presencia de pastos. Propagadas por estaca de 2-19%, afectadas negativamente por los pastos.
De la Vega 2005	Evaluación del papel que los árboles aislados de cítricos juegan como atractores de propágulos.	Los árboles sirven como atractores para aves ya sea como percha o por alimento. El ave que obtuvo mayor frecuencia en los avistamientos fue la cotorra <i>Amazona autumnales</i>

4.1. Elección del vivero

Busqué un vivero que estuviera cercano a la zona de los Tuxtlas, con el fin de que las condiciones climáticas fueran lo más semejante posible a los sitios de destino potencial. El objetivo de la selección del vivero fue vincular este proyecto a las tareas de restauración ya realizadas en él de modo que se le diera seguimiento a las plantas más allá de este proyecto. Era importante contar con el apoyo de personal capacitado para llevar a cabo las tareas de propagación de las especies y con la infraestructura adecuada para el mantenimiento de los experimentos.

Con la orientación del Ing. José Antonio González Azuara, Director de la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, pude analizar la opción de trabajar en un vivero de la zona. Visité con este fin uno de los viveros estatales de Veracruz ubicado en Pozolapan y el vivero particular "El Maduro" del Sr. Antonio Azuela Rivera en Tebanca. Elegí este último por encontrarse cerca de la estación biológica (Ejido de Tebanca a un lado de la laguna de Catemaco) y por contar con la infraestructura necesaria (espacio, agua y personal capacitado) para el desarrollo del proyecto.

El Sr. Antonio Azuela Rivera nos facilitó las instalaciones y el hospedaje durante la investigación. Además de que este vivero se encuentra involucrado con la restauración de los manantiales de la zona, por medio del "Proyecto de Rescate y Protección de manantiales en ocho ejidos del Municipio de Catemaco, Veracruz". Así, la información generada y las plantas propagadas dentro del proyecto fueron utilizadas para restaurar algunos de los manantiales que abastecen de agua a la comunidad de San Andrés Tuxtla (Apéndice 1).

4.2. Elección de las especies

Para elegir las especies a propagar recabé información tanto bibliográfica como de las experiencias de los pobladores de la zona, con el objetivo de que este grupo de especies fuese de importancia local desde el punto de vista ecológico y productivo.

Establecí una lista de criterios para facilitar la elección de las especies de trabajo basándome en las investigaciones de Gómez-Pompa y del Amo (1985) y en el proyecto J-084-CONABIO de Vázquez-Yanes *et al.* (1997, 1999) donde se proponen una serie de características que determinan si una especie puede ser útil para la restauración ecológica como:

1.-Que tengan la capacidad de mejorar, con el tiempo, la calidad de los suelos degradados por su producción de materia orgánica. Con esto buscamos que la especie tenga una alta producción de hojarasca que al descomponerse favorezca la formación de suelo.

2.-Que se propaguen y crezcan con rapidez. De modo que en poco tiempo logre conformar la cobertura suficiente para incidir en el cambio microclimático y favorezca la invasión de otras especies locales.

3.-Que puedan resistir condiciones limitantes (baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, alta salinidad). Esta resistencia facilitará que las especies se establezcan en sitios que no han podido ser colonizados por especies circundantes a la zona.

4.-Que tengan una utilidad adicional, un valor preestablecido, ya sea económico, ecológico o cultural: que sean especies multipropósito (leña, carbón, forraje nutritivo, vainas comestibles, madera, néctar, prestadoras de servicios ambientales). Con el fin de que la propagación de estas especies tenga mayor aceptabilidad entre los pobladores locales.

5.-Que tenga una nula tendencia a adquirir una propagación malezoide, invasora e incontrolable. Con el fin de que en el futuro no se convierta en una especie que secuestre la sucesión y evite la llegada de otras especies.

6.-Que favorezcan el restablecimiento de las poblaciones de flora y fauna nativas, proporcionándoles hábitat y alimento. Esperamos que al cambiar las condiciones microclimáticas, sea una fuente de alimento y un refugio para la fauna ayudando al establecimiento de otras especies locales.

7.-Que de preferencia, presente nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas, ya que ésto puede mejorar de manera drástica la calidad del suelo.

Mediante estos criterios y al hacer una revisión bibliográfica de las especies nativas de la reserva, asigné un valor numérico a cada especie según el número de criterios que cumplía, siendo "siete" el mayor puntaje posible. El séptimo criterio no se puede aplicar a todas las especies ya que sólo la familia Fabaceae presenta micorrizas. Sin embargo, la capacidad de fijar Nitrógeno atmosférico al suelo es una característica que favorece el enriquecimiento rápido del mismo y consideramos que debe ser incluida en los criterios.

Con la lista de especies generada por la revisión bibliográfica realicé las encuestas a los pobladores. Dividí las especies seleccionadas en dos grupos que fueron establecidos según sus potenciales para la propagación basándome en la información bibliográfica y en las experiencias reportadas por los pobladores en las encuestas.

Establecí el Grupo UNO para la germinación (Tabla 3) y Grupo DOS para propagación vegetativa (Tabla 4).

4.3. Encuestas

Para obtener información del conocimiento de los pobladores sobre las especies de trabajo, realicé encuestas a campesinos locales con la idea de ayudar a limitar mi lista de especies a un grupo de interés lo más cercano posible al de los pobladores, así como de la forma en la que ellos propagan estas especies. El evaluar e incluir estas experiencias en el trabajo podría facilitar que la información concentrada en las fichas derivara en el futuro en propuestas de RE que tuvieran mayor aceptación local.

Con la información obtenida establecí una categorización de frecuencia de usos, la cual fue ponderada con respecto al total de usos mencionados para cada

especie. Con el objetivo de reflejar el grado en que puede ser sustituidas unas por otras.

Por lo que, a mayor número de especies mencionadas en el uso, menor es la importancia y más sustituibles son. Este tipo de categorizaciones permite trabajar con un gran número de especies en varias comunidades (Gordon *et al.* 2003), facilitando la selección de especies cuando se decide asignar mayor peso al criterio de uso de las mismas.

4.4. Pruebas de germinación

Para las pruebas de germinación colecté 500 semillas por especie de al menos cinco individuos para tener variabilidad genética de distintos árboles. Dichas colectas fueron realizadas en el periodo comprendido entre mayo 2003 y febrero 2004. La ubicación de los árboles y recolección de las semillas fue realizada en colaboración con el Sr. Domingo y el Sr. Braulio, pobladores del ejido de Laguna Escondida. Las semillas colectadas fueron llevadas al vivero rústico "El Maduro" en el ejido de Tebanca.

☞ No apliqué ningún tratamiento previo a las semillas, sin embargo, todas las semillas que fueron evaluadas en las pruebas de viabilidad por flotación fueron sumergidas en agua por minutos. Posteriormente, fueron colocadas en charolas de papel para disminuir el riesgo de putrefacción mientras se realizaba la siembra. Coloqué las semillas superficialmente sobre la tierra.

☞ La siembra se llevó a cabo en bolsas plásticas de 15x15 cm con fuelle, con tierra de potrero con el objetivo de simular las condiciones que pudieran enfrentar las plantas en un sitio degradado.

Las variables que evalué fueron:

☞ Porcentaje de viabilidad por flotación.

Tomé las semillas de cada individuo, colocándolas en un recipiente con agua y contando el número de semillas que flotaron y las que se hundieron. Consideré que las semillas que flotaron no se encuentran en buen estado, pero además,

comprobé la eficacia de la prueba disectando una muestra de semillas que flotan y no flotan, y comprobando que eran vanas y sanas, respectivamente.

☞ Porcentaje de emergencia.

Evalué cada mes cuántas de las 500 semillas que sembré lograban emerger de la superficie de siembra, considerando suficiente que alguna estructura de la plántula fuera visible (radícula, cotiledones, tallo).

☞ Porcentaje de sobrevivencia.

Evalué cada mes los individuos plantados en las bolsas de propagación para saber cuántas de las plántulas que emergieron sobrevivieron, tomando como el 100% al total de las plantas emergidas.

A los cinco meses de haber realizado la siembra evalué la altura, considerando la longitud de la plántula desde su base hasta el punto más alto del tallo. Para trabajo de vivero se espera que entre cinco y siete meses las plántulas tengan 25 cm de altura, considerando que es una talla adecuada para su transplante (F. Camacho, técnico de la CEAMA, *dixit*). Este dato puede variar por especie pero, entre cuatro y cinco meses, las especies deben alcanzar los 25 y 30 cm (Cervantes *et al.* 2001).

☞ Para ayudar a establecer criterios adecuados para estas especies, sobre los tiempos en vivero y tallas de transplante incluí en los resultados las tallas máximas y mínimas alcanzados a los cinco meses.

☞ Concentré la información generada por las pruebas de germinación en gráficos que resumen el desempeño de las mismas. Las clasifiqué en pioneras y no-pioneras, con el fin de que esta información pueda facilitar la inclusión de especies de etapas tardías de la sucesión en los proyectos de RE.

4.5. Pruebas de propagación vegetativa

Para las pruebas de propagación vegetativa colecté 20 estacas de al menos 5 individuos por especie para tener variabilidad genética de distintos árboles que fueron ubicados en la estación biológica de Los Tuxtlas de la UNAM y en el ejido de Tebanca.

Las colectas de estacas fueron realizadas en mayo 2003 y en febrero 2004. La ubicación de los árboles y preparación de las estacas fue realizada en

colaboración con el Sr. Domingo (poblador de Laguna Escondida), el Sr. Ismael y el Sr. Isidro (pobladore de Tebanca). Las estacas fueron preparadas en el vivero rústico "El Maduro" en el ejido de Tebanca. La siembra se llevó a cabo en tierra de potrero con el objetivo de simular las condiciones que pudieran enfrentar las plantas en un sitio degradado.

Las características de las estacas fueron las siguientes:

- ☞ Una longitud de 60 cm (tamaño mínimo sugerido en las encuestas) y un diámetro de 5 cm.
- ☞ Corte en punta en la parte inferior, para no confundir la polaridad de la estaca y para facilitar su siembra.
- ☞ Corte sesgado en la parte superior, justo en el momento de la siembra, para evitar la acumulación de agua y la putrefacción de la estaca durante la época de lluvias (recomendaciones del técnico local Vivero "El Maduro").
- ☞ Siembra a los cuatro días del corte en bolsas plásticas de 20X25cm con fuelle.
- ☞ Procurar que al menos dos entrenudos queden enterrados con el fin de favorecer la producción de raíces a partir de los meristemas.

Evalué el porcentaje de sobrevivencia de dos siembras: La primera siembra fue en mayo 2003 y la segunda en febrero 2004. Con el fin de comprobar si existían diferencias en la sobrevivencia en relación a la época de lluvias.

4.6. Análisis estadísticos

La información generada en las encuestas sobre la frecuencia de usos de las especies evaluadas fue analizada mediante una prueba de χ^2 , con el objetivo de conocer si existían diferencias significativas entre las frecuencias de los distintos usos y establecer la posible utilidad de esta información como criterio de selección de las especies para restauración. Posteriormente, realicé un análisis de correspondencia para saber si las especies evaluadas se agrupaban por alguno de los usos mencionados en las encuestas.

Los resultados generados en las pruebas de viabilidad, emergencia, sobrevivencia y altura fueron analizados mediante una Prueba de t de student por medio del paquete estadístico Statistica 6.0. El objetivo era saber si algunas especies diferían de la media general y si estaban por arriba de la misma para considerarlas como especies con mejor desempeño.

5. Resultados

5.1. Elección de las especies

Mediante una revisión bibliográfica (Standley 1961, Martínez 1982, González *et al.* 1997, Ricker y Daly 1998, Pallares y Camarena 1998, Pennington y Sarukhán 1998, Vázquez-Yanes *et al.* 1997, 1999, Fernández 1999, García 2002, Guevara *et al.* 2004), obtuve una lista de 35 especies que en la literatura se menciona que pueden ser utilizadas para la restauración en áreas como Los Tuxtlas. Con la lista de criterios descrita en los métodos y asignando un valor numérico delimité la lista a 22 especies, las especies elegidas después del proceso de selección y de los resultados de las encuestas se enlistan en la Tabla 3 y 4.

5.2. Encuestas

Para obtener información del conocimiento de los pobladores sobre las especies de trabajo realicé 70 encuestas a campesinos en siete comunidades (Febrero 2003, Figura 2).

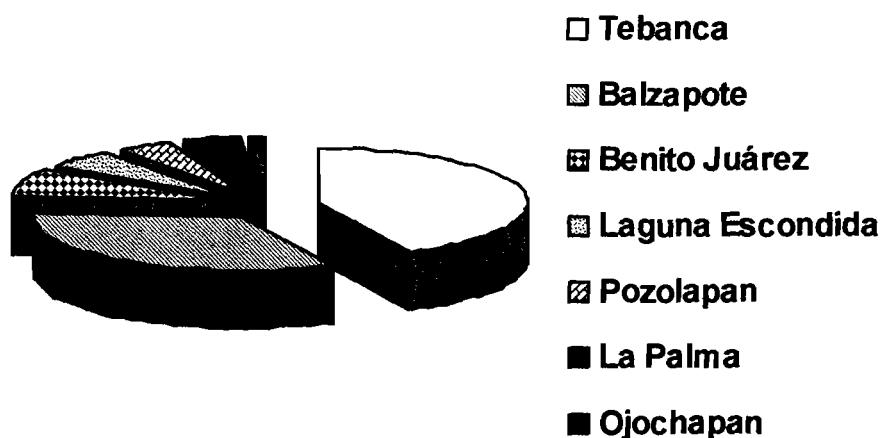


Figura 2. Representación relativa de las poblaciones encuestadas en Los Tuxtlas, Veracruz para le elección de especies (n=70 encuestados).

4.6. Análisis estadísticos

La información generada en las encuestas sobre la frecuencia de usos de las especies evaluadas fue analizada mediante una prueba de χ^2 , con el objetivo de conocer si existían diferencias significativas entre las frecuencias de los distintos usos y establecer la posible utilidad de esta información como criterio de selección de las especies para restauración. Posteriormente, realicé un análisis de correspondencia para saber si las especies evaluadas se agrupaban por alguno de los usos mencionados en las encuestas.

Los resultados generados en las pruebas de viabilidad, emergencia, sobrevivencia y altura fueron analizados mediante una Prueba de t de student por medio del paquete estadístico Statistica 6.0. El objetivo era saber si algunas especies diferían de la media general y si estaban por arriba de la misma para considerarlas como especies con mejor desempeño.

Las encuestas las realicé con imágenes de las especies y su respectivo nombre común, aplicando un cuestionario con el siguiente formato:

Nombre:	Localidad y tiempo de residencia:	Ocupación:
Preguntas:		Respuestas:
1.- ¿Cómo vería las posibilidades de reforestar los potreros de la sierra?		Si No
2.- ¿Conoce esta planta (mostrándole una foto de la especie)?		Si No
3.- ¿Dónde crece: en campo abierto o en la sombra?		Sol Sombra Ambos
4.- ¿Qué tan frecuente es en el campo?		Poco Mediano Mucho
5.- ¿Tiene algún uso?		
6.- ¿Para crecer esta planta ¿usan su semilla o estacas?		
7.- ¿Cree que hay otras especies importantes que no mencionamos?		

El 21% de los encuestados tienen más de 40 años viviendo en la zona y encontré diferencias entre la opinión de los que tienen más tiempo y los que tienen menos.

La mayoría de los encuestados consideran que sí se puede restaurar la zona, sin embargo, con frecuencia ponen condicionantes como la necesidad del apoyo del gobierno o la donación de alambre de púas para delimitar la zona, pago de jornales o algún apoyo económico. Las principales actividades

económicas en la zona son la ganadería y la agricultura (Figura 3) por lo que restaurar partes de sus parcelas implicaría un cambio en el uso de suelo.

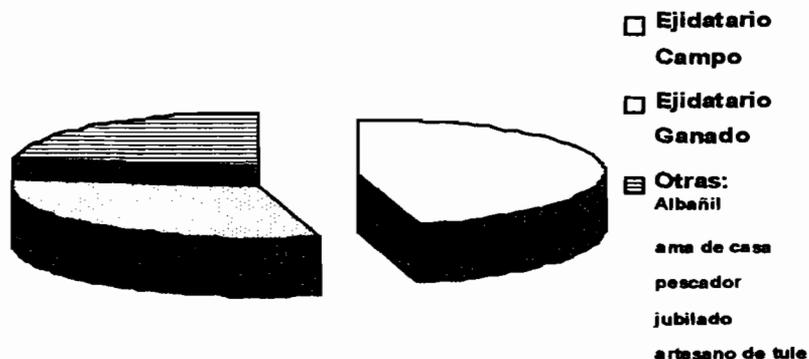


Figura 3. Representación relativa de las ocupaciones entre los 70 encuestados de los Tuxtlas, Veracruz.

Las especies presentadas en la encuesta por medios de dibujos y fotografías fueron reconocidas por los pobladores en un 100%, sin embargo, la frecuencia de reconocimiento oscila entre un máximo de 100% (*Pouteria sapota* y *Gliricidia sepium*) y un mínimo de 1% (Guacibán o *Pithecelebium sp.*), con un promedio de reconocimiento de 73% (Figura 4).

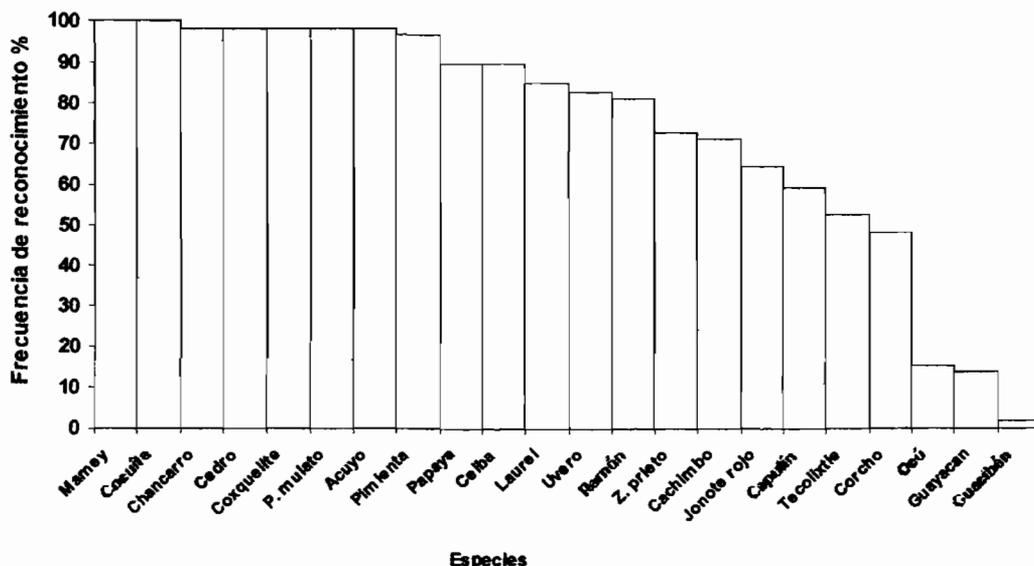


Figura 4. Frecuencia de reconocimiento de cada una de las especies por parte de los 70 encuestados de Los Tuxtlas, Veracruz.

Según la información obtenida en las encuestas la mayoría de las especies con las que propuse trabajar crecen en sol, un 40% en sol-sombra y ninguna es sólo en sombra, lo cual corresponde a lo que se planteó en un inicio, de trabajar con especies pioneras.

Al evaluar la frecuencia de presencia en el campo encontré que el 77% de las especies que están en mi lista, según la gente entrevistada, "ya se ven poco". Es importante remarcar que en este tipo de preguntas encontraremos un sesgo en las especies que no reconocen. Entre las especies que consideran que "hay poco" están: corcho (*Omphalea oleifera*), papaya (*Carica papaya*), cedro (*Cedrela odorata*), ceiba (*Ceiba pentandra*), guayacán (*Tabebuia guayacan*), ocú (*Calophyllum brasiliense*), laurel (*Nectandra ambigens*), cachimbo (*Senna multijuga*), zapote mamey (*Pouteria sapota*), uvero (*Coccoloba barbadensis*), guacibán (*Albizia purpusii*), capulín (*Muntingia calabura*), jonote rojo (*Heliocarpus appendiculatus*), ramón (*Brosimum alicastrum*), coxquelite (*Erythrina folkersii*), tecolixtle (*Hampea nutricia*) y zapote prieto (*Diospyros digyna*). El 13% de las especies son consideradas por la gente como especies que aún se ven en el campo: acuyo (*Piper auritum*), pimienta (*Pimenta dioica*) y chancarro (*Cecropia obtusifolia*).

El 9% de las especies que se consideran abundantes son las que, en general, se usan como cercas vivas. Aunque el coxquelite (*Erythrina folkersii*) es una especie que está en la lista de escasa, en algunas comunidades también se usa como cerca viva además del cocuíte (*Gliricidia sepium*) y palo mulato (*Bursera simaruba*).

En la Figura 5 las especies están agrupadas según los usos que mencionaron los encuestados; a mayor número de especies por uso, mayor la posibilidad de que sean sustituidas unas por otras. Tomé las frecuencias de repetición de uso en las entrevistas como medida de importancia de uso socio-económico. Las frecuencias de uso mencionadas por los encuestados se encuentra a detalle en el Apéndice 2. Ponderando los datos de frecuencia con respecto a todas las especies mencionadas para cada uso, las frecuencias más altas de uso reportadas por los encuestados (70 personas es el 100%) corresponden a las siguientes especies: *Piper auritum* fue considerado como alimento por el 95% de los encuestados, *Nectandra ambigens* como maderable

por el 76%, *Gliricidia sepium* para cercas vivas por el 93% y con importancia para la fauna por el 13%, *Cecropia obtusifolia* como medicinal por el 35%, *Coccoloba barbadensis* como leña por el 33% y finalmente *Pimenta dioica* con otros usos por el 45%.

Algunas de las especies son multifuncionales por ejemplo *Gliricidia sepium* se usa como cerca viva, su flor se usa como alimento, se hacen mermeladas, se usa como leña o para casitas de baja calidad.

Con una prueba de $\chi^2 = 559519$, g.l. = 126 determinamos que las frecuencias de uso difieren significativamente entre especies. Una vez probado que existen diferencias significativas por medio de un análisis de correspondencia calculamos los eigenvalores que podrían explicar la varianza de los datos de usos de las especies. Con los dos eigenvalores que explican la varianza se construyó una gráfica que agrupa a las especies según el uso predominante que tienen reportado en las encuestas (Figura 6).

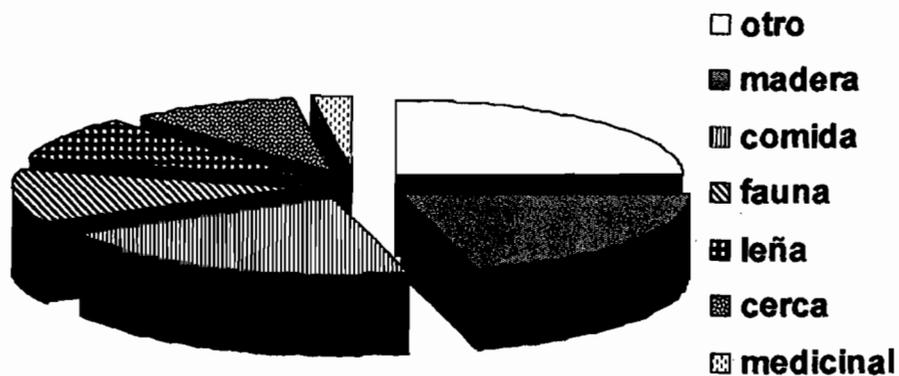


Figura 5. Frecuencia de uso en porcentaje (%) de las especies reportado por parte de 70 encuestados en ejidos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz.

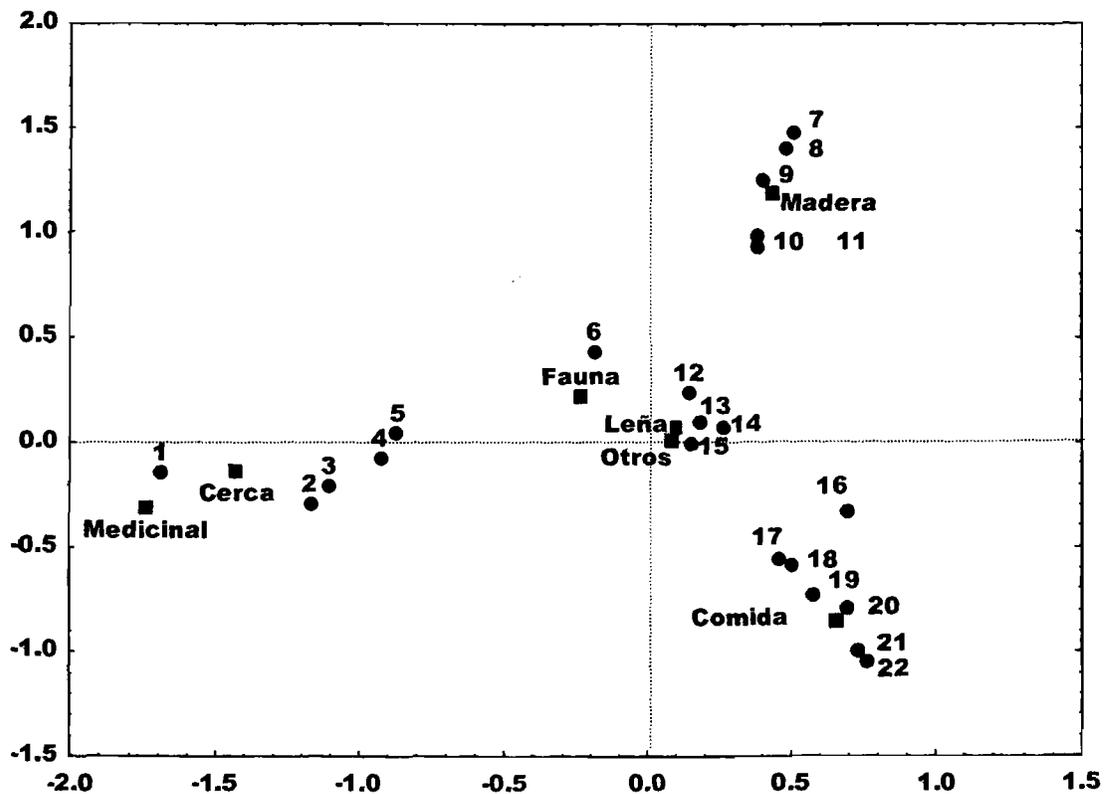


Figura 6. Frecuencia de usos de 22 especies de Los Tuxtlas, Veracruz ordenados por eigenvalores por medio de un análisis de correspondencia. 1 *Bursera simaruba*, 2 *Cecropia obtusifolia*, 3 *Erythrina folkersii*, 4 *Gliricidia sepium*, 5 *Omphalea oleifera*, 6 *Heliocarpus appendiculatus*, 7 *Cedrela odorata*, 8 *Calophyllum brasiliense*, 9 *Nectandra ambigens*, 10 *Brosimum alicastrum*, 11 *Ceiba pentandra*, 12 *Senna multijuga*, 13 *Coccoloba barbadensis*, 14 *Hampea nutricia*, 15 *Tabebuia guayacan*, 16 *Pouteria sapota*, 17 *Albizia purpusii*, 18 *Pimenta dioica*, 19 *Muntingia calabura*, 20 *Diospyros digyna*, 21 *Carica papaya* y 22 *Piper auritum*.

Pregunté a la gente si existían otras especies importantes que no hubiera incluido en la encuesta y obtuve de ellos una lista de sugerencias para ser tomadas en cuenta (Figura 7).

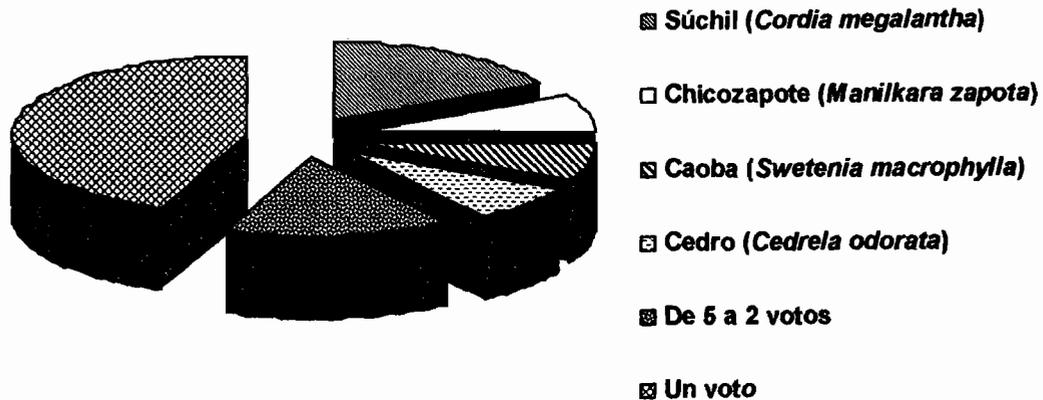


Figura 7. Especies sugeridas por los 70 encuestados para ser incorporadas al estudio para la zona de Los Tuxtlas, Veracruz.

Al conjuntar la información obtenida por la revisión bibliográfica, la de las encuestas y la disponibilidad en campo, quedaron 17 especies las cuales organicé en dos grupos según sus potenciales para la propagación. En el grupo uno (Tabla 3) se encuentran las especies propuestas para germinación y en el grupo dos (Tabla 4) las especies para propagación vegetativa. En esta lista de especies me basé para hacer las evaluaciones de desempeño y las fichas que se presentan en este trabajo.

Tabla 3. Grupo UNO: Especies que tienen potencial para ser propagadas por germinación.

Especie	Familia	Nombre Común	Criterios que cumplen
1 <i>Omphalea oleifera</i>	Euphorbiaceae	corcho	5
2 <i>Carica papaya</i>	Caricaceae	papaya	5
3 <i>Cecropia obtusifolia</i>	Cecropiaceae	chancarro	5
4 <i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	ceiba	5
5 <i>Pimenta dioica</i>	Myrtaceae	pimienta	4
6 <i>Cordia megalantha</i>	Boraginaceae	súchil	4
7 <i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Tiliaceae	jonote rojo	4
8 <i>Piper auritum</i>	Piperaceae	acuyo	4
9 <i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	ramón	3
10 <i>Poulsenia armata</i>	Moraceae	abasbabi	3
11 <i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>	Moraceae	tomatillo	3
12 <i>Pouteria sapota</i>	Sapotaceae	zapote mamey	2
13 <i>Diospyros digyna</i>	Ebenaceae	zapote prieto	1
14 <i>Hampea nutricia</i>	Malvaceae	tecolixtle	1

Tabla 4. Grupo DOS: Especies que tienen potencial para la propagación vegetativa.

Especie	Familia	Nombre Común	Criterios que cumplen
1 <i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	Cocuite	6
2 <i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	palo mulato	5
3 <i>Erythrina folkersii</i>	Fabaceae	coxquelite	3

5.3. Pruebas de germinación

Los datos generados por las pruebas de viabilidad por flotación de semillas, emergencia de plántulas, sobrevivencia y crecimiento de plántulas en altura se encuentran concentrados en las Figuras 8, 9, 10 y 11 respectivamente, mientras que los datos de sobrevivencia de propagación vegetativa, en el gráfico 12 a y b. La información detallada por especie se encuentra en las fichas anexas. Para los datos de emergencia dividí el grupo de especies en pioneras y no-pioneras con el fin de facilitar el análisis de los datos y para evaluar si algunas especies de ambos grupos presentan un desempeño semejante y pueden ser utilizadas en RE.

Viabilidad

Al realizar las pruebas de viabilidad por flotación encontré que algunas semillas no lograban romper la tensión superficial del agua, probablemente por la presencia de aceites, por lo que agregué jabón para facilitar el hundimiento de las semillas en los casos que fuera necesario. En las semillas de: *Ceiba pentandra*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Cordia megalantha* y *Omphalea oleifera* no se pudo aplicar esta prueba pues el 100% de las semillas flotaban y al realizar las disecciones no se encontró un daño aparente, por lo que estas especies fueron excluidas de las pruebas de viabilidad.

En global, la media de los porcentajes de viabilidad es de 86% (Figura 8) con un máximo y mínimo respectivamente de 97% (*Carica papaya*) y 51% (*Hampea nutricia*) para las especies pioneras; y 100% (*Diospyros digyna*) y 79% (*Brosimum alicastrum*) para las especies no-pioneras.

De las seis especies presentadas como no-pioneras cuatro están por arriba de la media de viabilidad, pero sólo una difiere significativamente de la misma: *Diospyros digyna* ($t_{\alpha=0-0.05, 4 \text{ g.l.}}=97$, $p=0.00$), *Pouteria sapota*, *Pimenta dioica* y *Poulsenia armata*). De las cuatro especies propuestas como pioneras, dos difieren significativamente de la media: *Carica papaya* ($t_{\alpha=0-0.5(4 \text{ g.l.})}=18$, $p=0.003$) y *Piper auritum* ($t_{\alpha=0-0.5(4 \text{ g.l.})}=6.7$, $p=0.0002$).

Emergencia

En los porcentajes de emergencia (que sea visible alguna estructura de la plántula como radícula, cotiledones, tallo), encontré una variabilidad muy grande (Figura 9). El promedio de emergencia de las plántulas a los cinco meses fue 42% con un máximo y mínimo respectivamente de 60% (*Hampea nutricia*) y 20% (*Piper auritum*) para las especies pioneras y 43% (*Poulsenia armata*) y 12% (*Diospyros digyna*) para las especies no-pioneras.

De las seis especies pioneras, cuatro están por arriba de la media emergencia pero no difieren significativamente de ella: *Hampea nutricia*, *Carica papaya*, *Heliocarpus appendiculatus* y *Cecropia obtusifolia*. Mientras que de las ocho especies no-pioneras cuatro están por arriba de la media y sólo una difiere significativamente de ella: *Pouteria sapota* ($t_{\alpha 0-0.5(4 \text{ g.l.})}=6.9$, $p=0.002$), *Pimenta dioica*, *Poulsenia armata* y *Omphalea oleifera*.

Sobrevivencia

En las evaluaciones de sobrevivencia (Figura 10) los porcentajes a los cinco meses presentan una media de 82% con un máximo y mínimo respectivamente de 88% (*Ceiba pentandra*) y 56% (*Piper auritum*) para las especies pioneras; y 99% (*Diospyros digyna*) y 75% (*Poulsenia armata*) para las especies no-pioneras.

De las seis especies pioneras una está por arriba de la media de sobrevivencia pero no difiere significativamente de ella: *Ceiba pentandra*. Mientras que de las ocho no-pioneras cinco están por arriba de la media y sólo una no difiere significativamente de la misma: *Diospyros digyna* ($t_{\alpha 0-0.5(4 \text{ g.l.})}=125$, $p=0.00$), *Pseudolmedia oxyphyllaria* ($t_{\alpha 0-0.5(4 \text{ g.l.})}=-21$, $p=0.00$), *Poulsenia armata* ($t_{\alpha 0-0.5(4 \text{ g.l.})}=5.08$, $p=0.007$), *Pimenta dioica* ($t_{\alpha 0-0.5(4 \text{ g.l.})}=3.72$, $p=0.02$) y *Brosimum alicastrum*.

Altura

Evalué la altura de las plantas a los cinco meses (Figura 11) con el fin de tener la información de las tallas que alcanzan al tiempo sugerido para su trasplante. Según la información ofrecida por técnicos de la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA), en donde se propagan especies para reforestación, las plantas deben ser transplantadas una vez que alcanzan los 25 cm de altura (F. Camacho *dixit*). La talla promedio alcanzada en cinco meses fue de 18 cm con un máximo y mínimo respectivamente de 110% (*Heliocarpus appendiculatus*) y 7% (*Pimenta dioica*) para las especies pioneras; y 60% (*Pouteria sapota*) y 5% (*Pseudolmedia oxyphyllaria*) para las especies no-pioneras. De las seis especies pioneras tres están por arriba de la media y difieren significativamente de la misma: *Heliocarpus appendiculatus* ($t_{\alpha 0-0.5(4 \text{ g.l.})}=7.1$, $p=0.00$), *Carica papaya* ($t_{\alpha 0-0.5(4 \text{ g.l.})}=10.33$, $p=0.00$) y *Hampea nutricia* ($t_{\alpha 0-0.5(4 \text{ g.l.})}=3.59$, $p=0.00$). De las ocho especies no-pioneras dos están por arriba de la media y sólo una difiere significativamente de ella: *Pouteria sapota* ($t_{\alpha 0-0.5(4 \text{ g.l.})}=9.6$, $p=0.00$) y *Brosimum alicastrum*.

5.4. Pruebas de propagación vegetativa

Para evaluar la propagación vegetativa se realizaron pruebas en mayo 2003 en donde la media de sobrevivencia de las estacas a los 57 días fue de 49% con una desviación estandar (de) de 41 (Figura 12 a), esto se debe a que *Gliricidia sepium* presenta una media de supervivencia de 91%, *Bursera simaruba* de 48%, mientras que *Erythrina folkersii* tan sólo de 8%. A partir de este punto la sobrevivencia decae drásticamente y a los 150 días la media general es de 30% (de=30) y la media para las especies mencionadas anteriormente es de 65%, 17% y 8% respectivamente.

Las pruebas de propagación fueron repetidas para febrero 2005 (Figura 12 b) en donde la sobrevivencia a los 62 días fue de 92% (de=8) y a partir de esta fecha la sobrevivencia cae hasta el 19% (de=5) a los 111 días.

5.5. Fichas por especie

La información generada por la búsqueda bibliográfica, las encuestas, las evaluaciones de viabilidad, emergencia, sobrevivencia y altura así como las de propagación vegetativa (sobrevivencia) se encuentran en las fichas anexas, organizadas por especie según el número de criterios de selección que cumplieron, con sus respectivas gráficas que muestran el comportamiento general en las evaluaciones e ilustradas con fotos de las especies de trabajo. Las barras corresponden a la desviación estándar. Las fechas de colecta reportadas corresponden a los meses en los que realizamos las colectas para este proyecto. Para los datos de desempeño se reportaron los valores obtenidos a los cinco meses para todas las especies y para las especies que pudimos seguir midiendo reportamos también los datos finales.

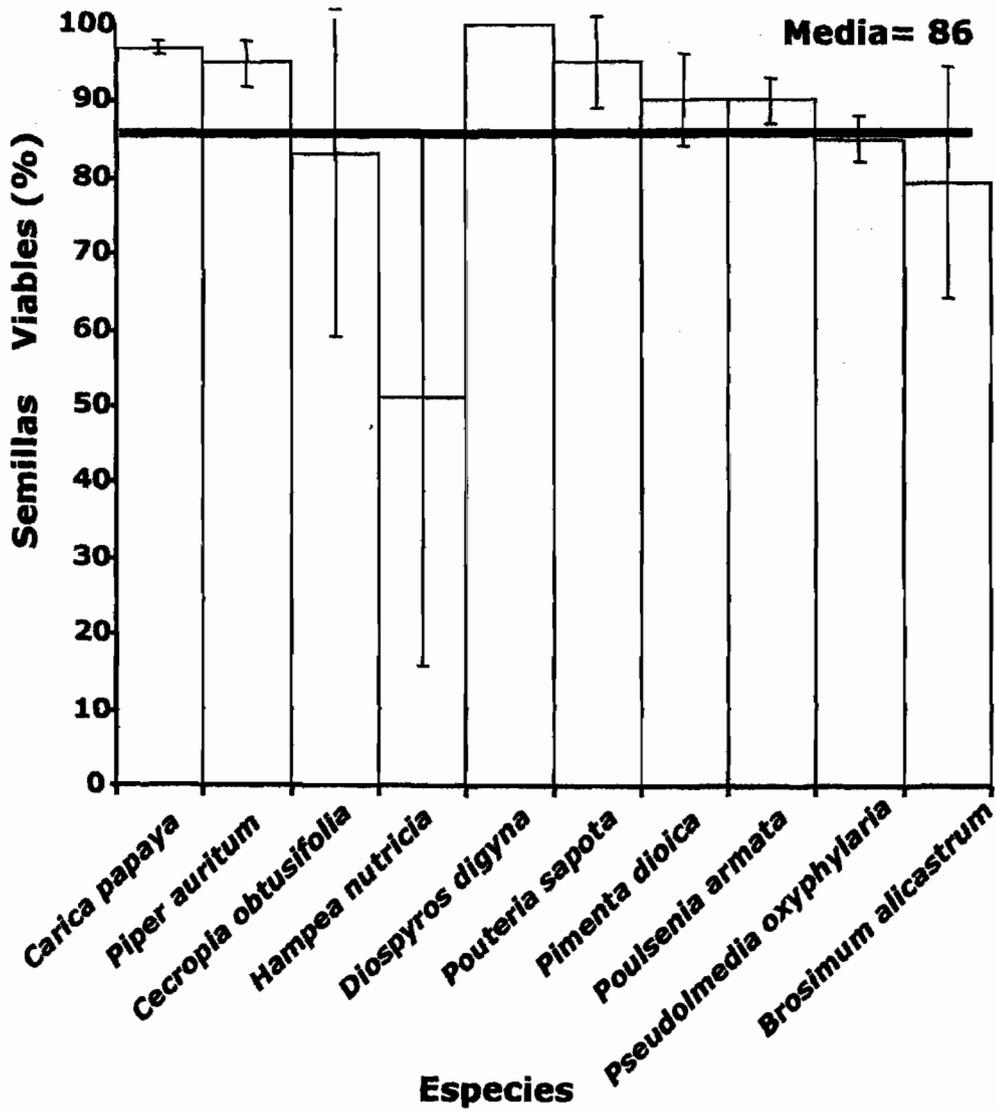


Figura 8. Porcentaje promedio de viabilidad por flotación de 10 especies de los Tuxtlas, Veracruz. Las barras claras corresponden a las especies pioneras y las oscuras a las no-pioneras.

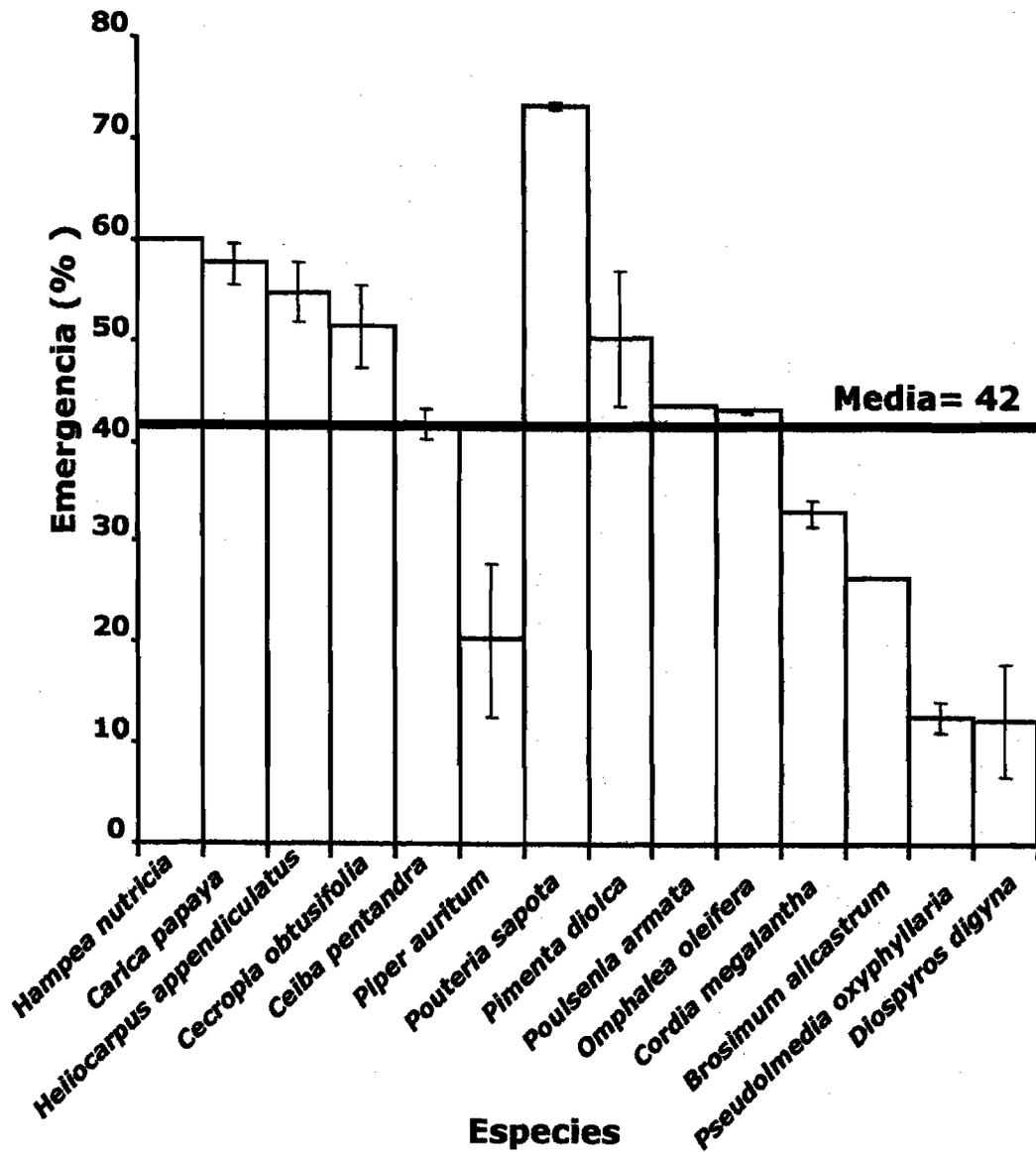


Figura 9. Porcentaje promedio de emergencia a los cinco meses de 14 especies de Los Tuxtlas, Veracruz. Técnica utilizada: siembra superficial. Las barras claras corresponden a las especies pioneras y las oscuras a las no-pioneras.

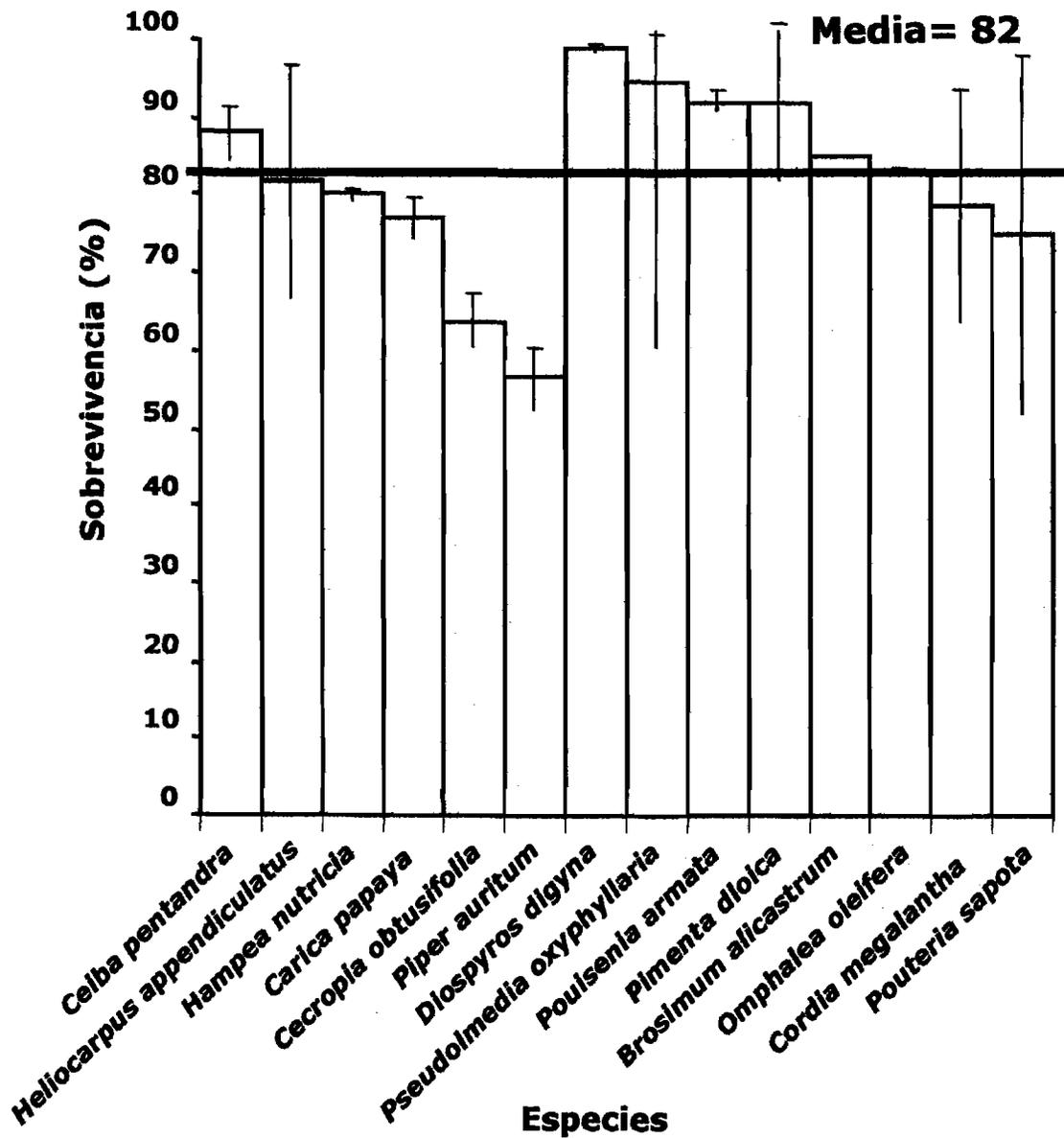


Figura 10. Porcentaje promedio de sobrevivencia de 14 especies de los Tuxtlas, Veracruz. Las barras claras corresponden a las especies pioneras y las oscuras a las no-pioneras.

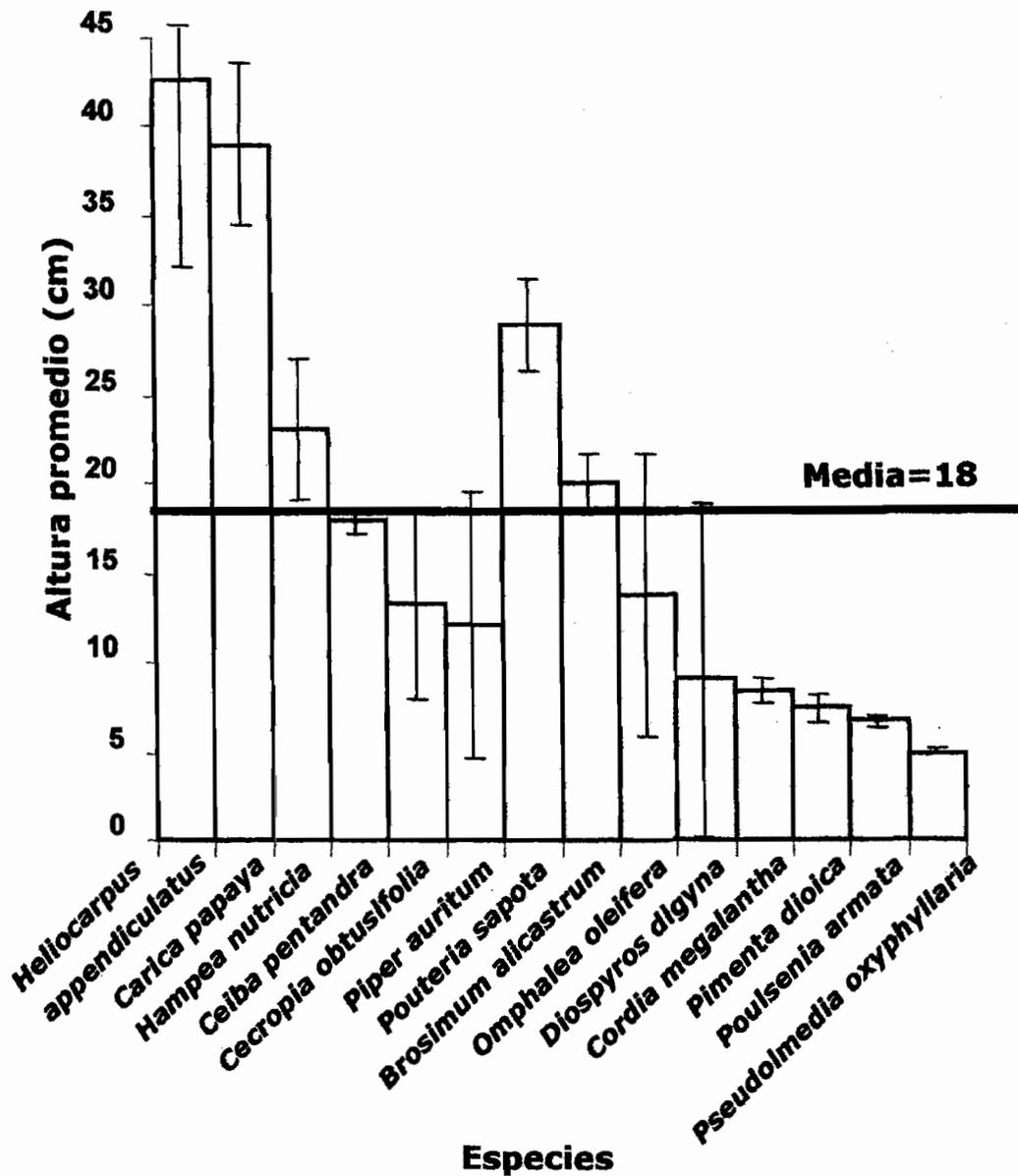


Figura 11. Altura promedio a los cinco meses de 14 especies de Los Tuxtlas, Veracruz. Las barras claras corresponden a las especies pioneras y las oscuras a las no-pioneras.

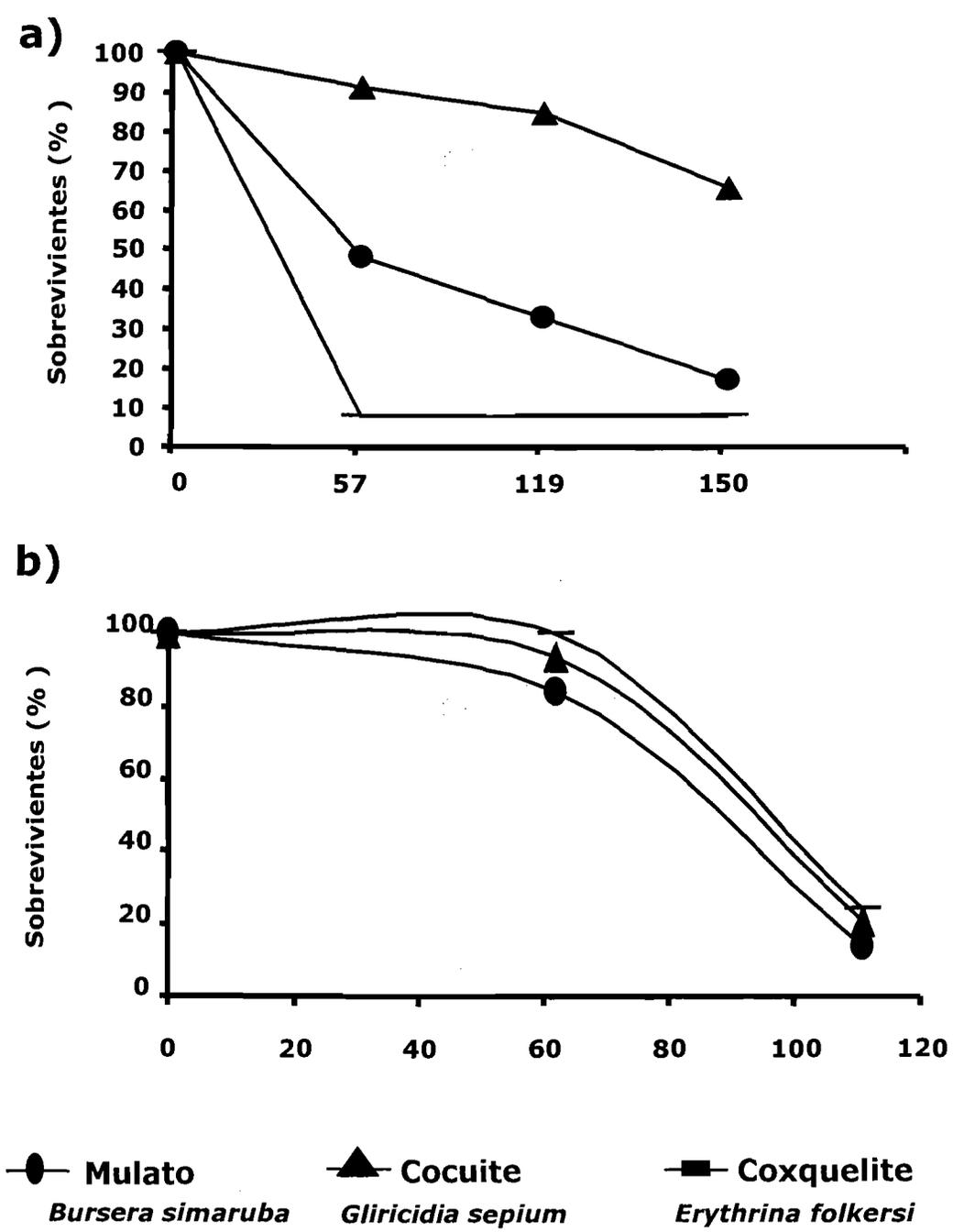


Figura 12. Porcentaje de Supervivencia en las estacas colectadas en junio 2003 (a) y en febrero del 2004 (b).

Fichas por especie

Nombre científico: *Omphalea oleifera* Hemsl. **Familia:** Euphorbiaceae

Nombre común: corcho (Ver.); aguacate de danta, chatet (Chis); mano de león, piñón (Oax.)

Descripción

Forma de vida: árbol del subdosel o del dosel con una altura de 25-30 m y diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de hasta 1 m, sin contrafuertes. Es parcialmente demandante de luz, pero después de especies como *Cecropia obtusifolia* y *Heliocarpus appendiculatus*. (Figura 13 a).

Tipo de hojas: dispuestas en espiral, simples, láminas de 13X14 cm a 25X27 cm, ampliamente ovadas, margen entero, ápice obtuso, coriáceas, de color verde intenso en la haz y más pálidas en el envés; glabras, con nervaduras palmadas, 7 venas basales (Figura 13 b). Dos grandes glándulas en la inserción con la hoja (Figura 13 c). Pueden perder casi todas las hojas en secas, de febrero a marzo.

Flores: panículas laxas, amplias, terminales de 25 a 35 cm de largo y 35 a 40 cm de ancho. Pétalos de color verde con una línea púrpura en el interior.

Frutos: bayas piriformes de 8-7 cm de diámetro, verde amarillento, redondeadas, carnosas. Duros, de pulpa dulce carnososa y blanca de sabor agradable.

Semillas: 3 por fruto, 27 mm de largo X 25 mm ancho y 18 mm de profundidad cuando está madura. Comprimidas, elipsoides, lisas, glabras, café claro-oscuro, ricas en aceites, sabor no desagradable. Germinación duriana como se muestra en la figura 13 d.

Sexualidad: monoico.

Floración: irregular, se puede presentar de septiembre a abril pero es más probable de enero a mayo.

Fructificación: irregular, con un pico de marzo a mayo y puede permanecer todo el año.

Fecha de Colecta: febrero 2004.

Usos:

Para cercas vivas.

Las semillas tostadas son consumidas como alimento.

Como sombra para café.

Los aceites presentes en las semillas para jabón.

El fruto es consumido por animales.

Ocasionalmente se usa su madera.

Referencias complementarias

Encuestas de este trabajo 2003, González *et al.* 1997, Ibarra 1985, Pennington y Sarukhán 1998 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 5

- Presenta Nitrógeno en las hojas, por lo que tiene la capacidad de mejorar, con el tiempo, la calidad de los suelos degradados por su capacidad para producir materia orgánica.
- Se propaga y crece con rapidez.
- Resiste condiciones limitantes, en particular, el corte de ramas y la defoliación.
- Tiene usos múltiples: Relación estrecha con las hormigas *Pseudomyrmex*, *Camponotus* y *Cryptocerus*. Una interacción con su herbívoro específico *Urania fulgens*, palomilla que consume hojas. En años de abundancia de la polilla la defoliación puede llegar al 100%.
- Su fruto sirve de alimento a mamíferos pequeños.
- Tiene una nula tendencia a adquirir una propagación malezoide.

Desempeño (germinación y crecimiento)

Su semilla flota por lo que no se aplicó la prueba de viabilidad.

A los cinco meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta:

43% de emergencia (Figura 14)

83% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 15)

14 cm de altura promedio (máximo 30 cm - mínimo 4 cm).

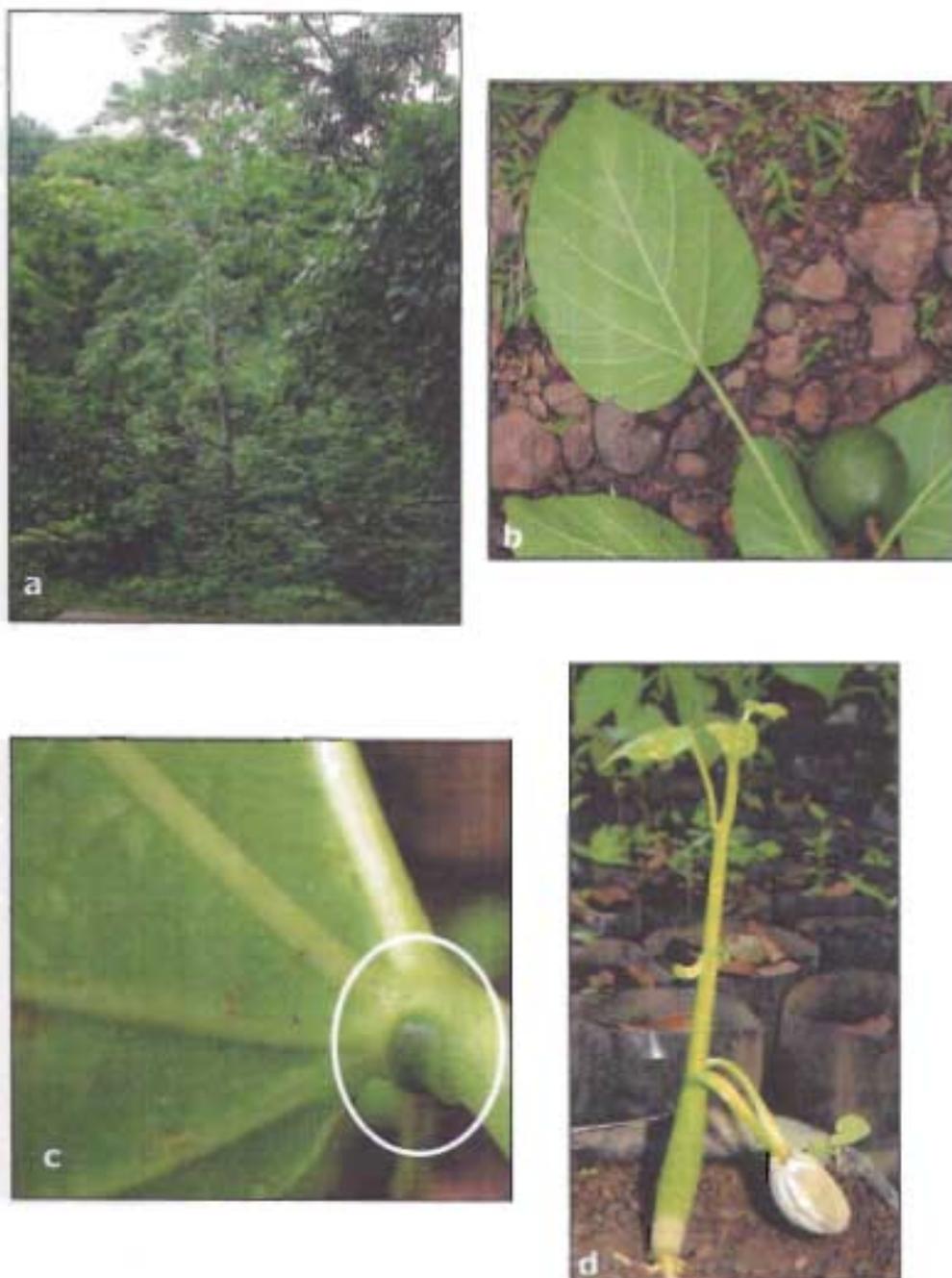


Figura 13. *Omphalea oleifera* (corcho) a) individuo adulto en el borde del bosque, b) hoja y fruto, c) glándulas en la inserción de la lámina y d) germinación duriana.

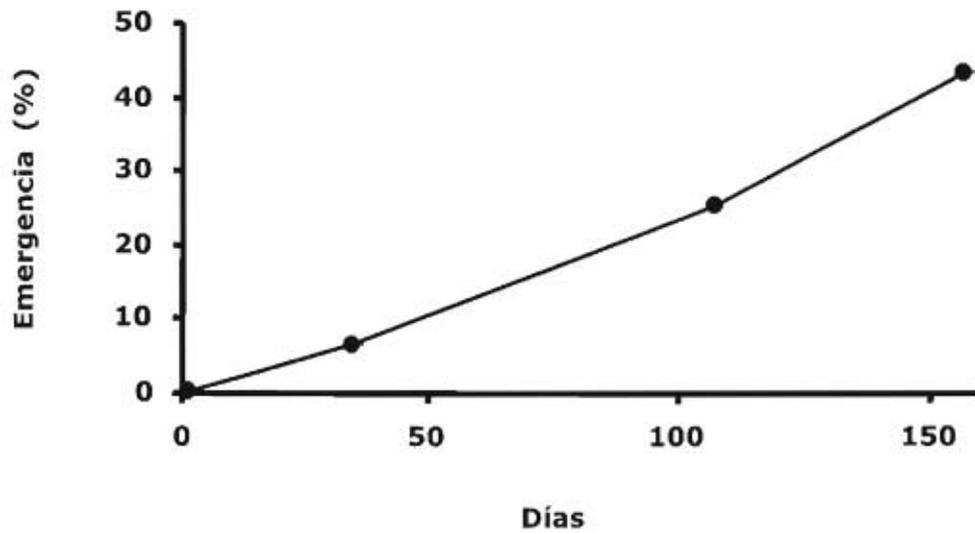


Figura 14. Porcentaje promedio de emergencia de *Omphalea oleifera* (corcho).

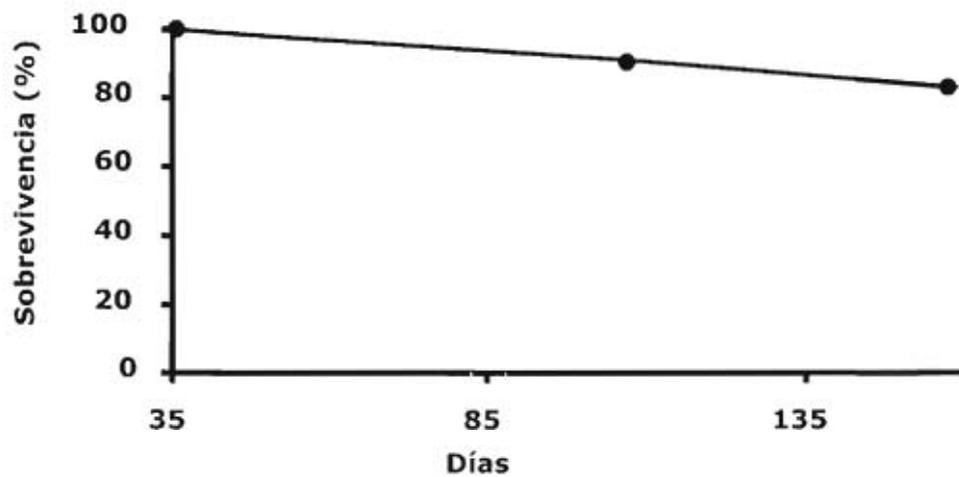


Figura 15. Porcentaje promedio de supervivencia de *Omphalea oleifera* (corcho).

Nombre científico: *Carica papaya* L., Sp. Pl.

Familia: Caricaceae

Nombre común: papaya, papayito cimarrón (Ver.); papaya de monte (Chis.); dungué (Oax.).

Descripción

Forma de vida: árbol de hasta 10 m de altura, aunque también se le considera una herbácea gigante por su tronco hueco y de 6 a 15 cm de d.a.p. Demandante de luz, pionera. Se establece en lomeríos y cañadas, en toda tierra caliente, en suelos bien drenados pH 5.5 a 7. Desarrollo limitado pero de crecimiento rápido de 1.5 a 2 m después de un año, longevidad de 3 a 15 años (Figura 16 a).

Tipo de hojas: simples, de 7 a 11 venas basales, nacen en la parte alta del tronco, de 70-100 cm de largo y de 0.5 a 1 cm de ancho. Grandes de peciolo largo con lámina palmada de 7 a 9 lóbulos, y éstos, a su vez, en lóbulos más pequeños. Ligeramente carnosa y gruesa. Hojas superiores erectas y extendidas e inferiores colgantes. Perennifolia (Figura 16 b).

Flores: solitarias, en las ramas bajas y en el tronco, amarillas, pistiladas, estaminadas y bisexuales. Con 15 a 20 flores o hasta 100 por inflorescencia (Figura 16 d).

Frutos: apiñonados alrededor del tronco, bayas elipsoides o esféricas, de verdes a anaranjadas en la madurez. Pulpa blanda, jugo lechoso o látex (Figura 16 c). El fruto silvestre de 4-6 cm de largo de 3 a 4 cm de ancho. Amarillo-naranja, piel delgada, puede producir frutos todo el tiempo pero su mejor rendimiento es en los primeros años (Figura 16 a).

Semillas: 200 a 400 por fruto, de 3.7 a 4.5 mm de largo y de 2 a 2.8 mm de ancho esféricas, negras rugosas, cubiertas por una capa mucilaginosa (sarcotesta), endotesta pardo negruzca y arrugada, endospermo presente (Figura 16 e).

Sexualidad: dioica, pocas veces monoica, pero pueden ocurrir cambios en la expresión sexual debido a diferentes condiciones ecológicas. El sexo de la planta se determina hasta la floración.

Floración: todo el año, pero principalmente entre febrero y septiembre.

Fructificación: de enero a mayo principalmente, pero todo el año es posible.

Fecha de Colecta: mayo 2003.

Usos:

El fruto es comestible para el hombre y ganado.

Es digestivo eficaz.

Contiene papaina que se usa como aclarador de cerveza y ablandador de carnes.

Sus hojas contienen aceite no secante que se usa para la fabricación de jabón; cocidas sirven como remedio contra el asma.

Las semillas y hojas son vermícidas, tiene efecto analgésico, antibiótico y amebicida.
Los jugos para remover pecas.
Su tallo hueco tiene uso artesanal localmente para flautas.
Para conservas, ya que es rico en vitamina a, b, c y d.
Su exudado para fabricación de chicle.
La raíz sirve como tónico para el sistema nervioso.

Referencias complementarias

González *et al.* 1997, Ibarra 1985 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 5

- Recuperación de suelos degradados, puede mejorar los suelos degradados por su producción de materia orgánica.
- Se propaga y crece con rapidez.
- Moderadamente resistente a la sequía y a las inundaciones.
- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas, importante en la apicultura pues las flores masculinas producen abundante néctar constituido al 100% por sacarosa.
- Tiene una nula tendencia a adquirir una propagación malezoide.

Desempeño (germinación y crecimiento)

97% de viabilidad.

A los cinco y a los siete meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta:

58% de emergencia para ambos tiempos (Figura 17). En la literatura se reporta el inicio de la germinación a partir de la segunda semana de ser sembradas y se recomienda algunos tratamientos para incrementar el porcentaje de germinación, por ejemplo: eliminar la capa gelatinosa que recubre las semillas, esto se puede lograr frotando las semillas unas contra otras con un poco de tierra. Sumergir las semillas por 15 segundos en agua caliente (70 C°) y remojar por 24 h. en agua destilada. Tratamiento con ácido giberélico (200 ppm). Reportan entre 50% y 60% de germinación, semejante al obtenido en nuestro proyecto para porcentaje de emergencia sin pre tratamiento. A pesar de que el porcentaje de germinación y el porcentaje de emergencia son evaluaciones distintas nos pueden ayudar como punto de comparación.

77% y 64% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 18)

39.3 cm de altura promedio a los siete meses (máximo 80 cm - mínimo 10 cm).

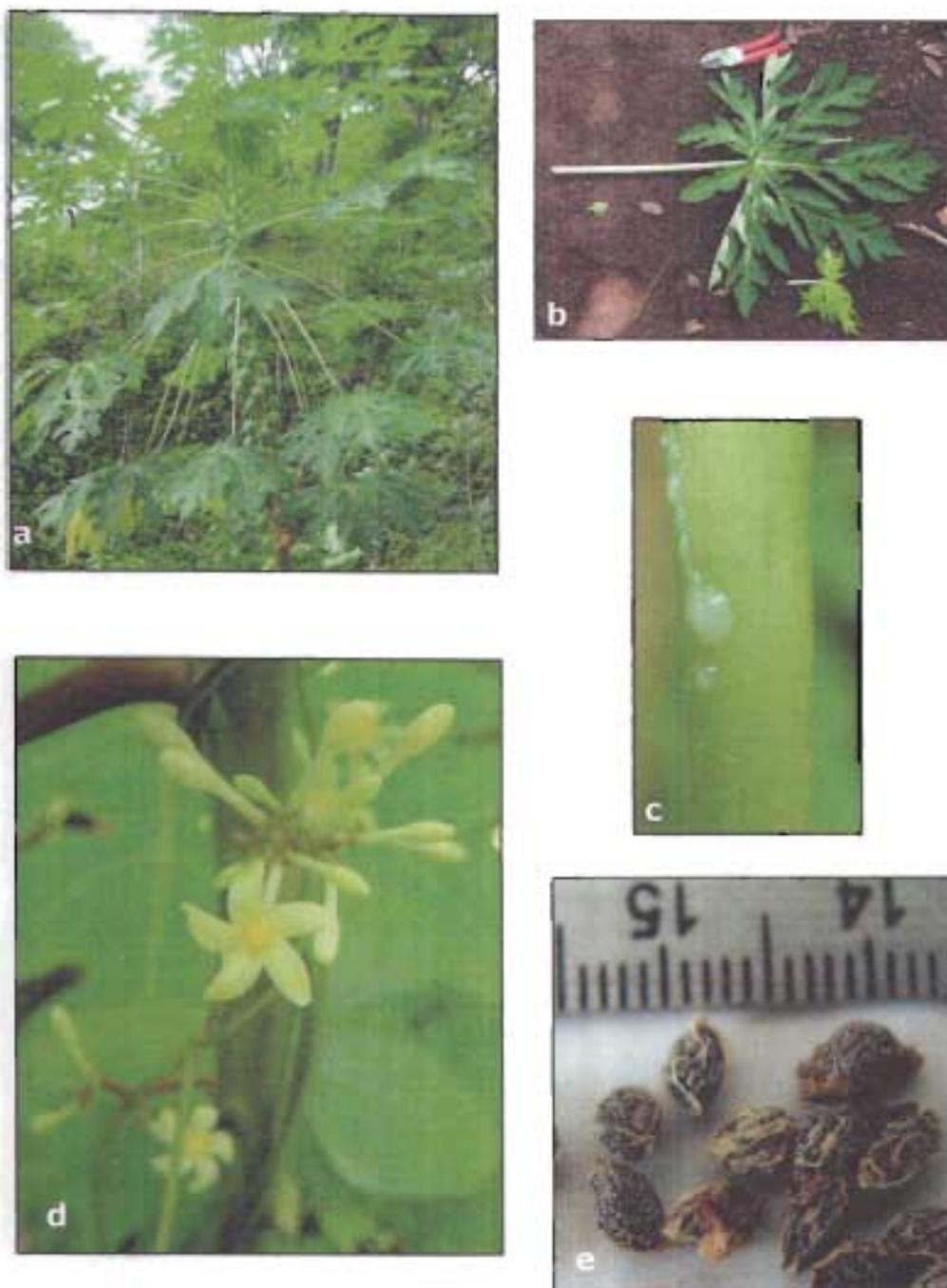


Figura 16. *Carica papaya* (papaya) a) individuo adulto, b) hoja , c) látex, d) flor y e) semillas.

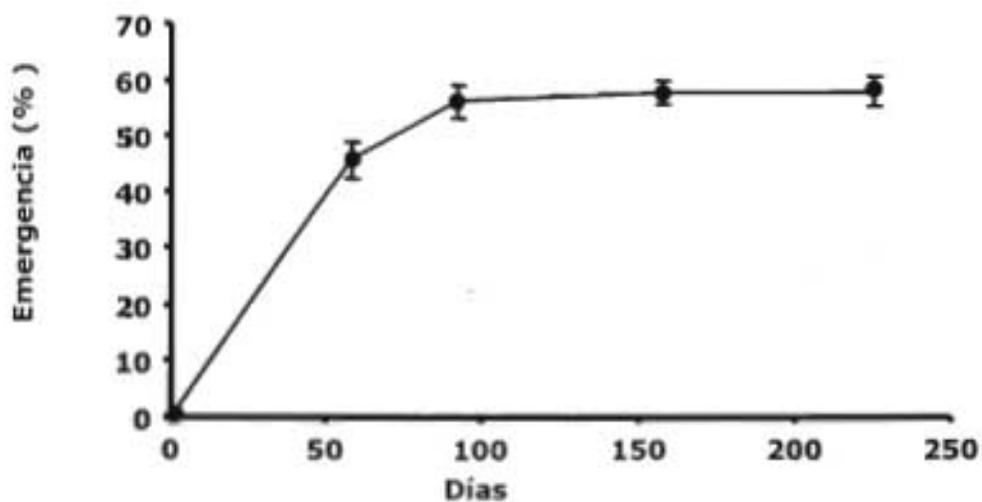


Figura 17 . Porcentaje promedio de emergencia de *Carica papaya* (papaya).

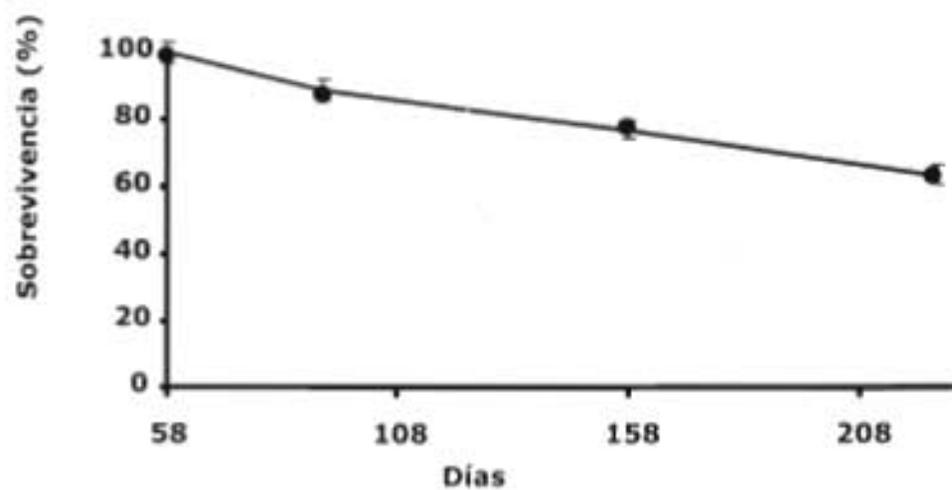


Figura 18 . Porcentaje promedio de supervivencia de *Carica papaya* (papaya).

Nombre científico: *Cecropia obtusifolia* Bertol. **Familia:** Cecropiaceae

Nombre común: chancarro (Ver., Oax.), guarumbo (Tab., Chis.), hormiguillo (Tab., Ver., Oax.)

Descripción

Forma de vida: árbol de hasta 20 m y d.a.p. de hasta 50 cm, frecuentemente raíces zancudas de sección circular, corteza con un exudado que se hace negro en contacto con el aire, ramas jóvenes huecas tabicadas (Figura 18 a). Demandante de luz, intolerante a la sombra.

Tipo de hojas: dispuestas en espiral y aglomeradas en las puntas de las ramas, simples, peltadas y profundamente palmado-partidas; láminas de 25 a 50 cm de diámetro con 8-12 lóbulos oblongos, verde oscuras y brillantes en la haz y grisáceas en el envés; glabras y ásperas con abundantes pubescencia pequeña y aracnoide, nervadura rojiza (Figura 18 b). Esta lobulación coincide con la invasión por la reina del género *Azteca*. Por el lado del envés y en su base, es posible localizar un cuerpo glanduloso pardo pubescente el "Cuerpo de Muller" (Figura 18 e).

Flores: amarillentas, en espigas, axilares, sostenidas por una bráctea espatiforme caediza. Flores separadas por una masa de pelos blancos. Espadices 3-5 por racimo (Figura 18 d).

Frutos: aquenios agregados en espigas, muy pequeños que contienen una semilla con mucílago de sabor parecido al higo, Cilíndricos, verde amarillentos a marrón brillante en la madurez, flácida al madurar, hasta 300 semillas por infrutescencia (Figura 18 d).

Semillas: de 1-2 mm de largo, cilíndricas, pardo brillantes. Fotoblástica, viable por 5 años en condiciones de laboratorios y en el campo por 7 días (Figura 18 c).

Sexualidad: dioico.

Floración: durante casi todo el año.

Fructificación: prácticamente todo el año, aunque presenta dos picos de abril a mayo y de septiembre a octubre.

Fecha de Colecta: junio 2003.

Usos:

Troncos para la construcción de balsas y canales de agua.

Madera para aglomerados y pulpa para papel.

Fibras del tallo se usan para la fabricación de cuerdas.

La hoja se fuma.

Se ha intentado la industrialización de resinas y gomas pues ayudan en afecciones cardiacas, como diurético en solución, contra el asma y afecciones nerviosas.

La infrutescencia es comestible por el hombre, por aves, murciélagos y mamíferos.

Referencias complementarias

González *et al.* 1997, Ibarra 1985, Pennington y Sarukhán 1998, Standley 1961 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 5

- Tiene la capacidad de mejorar, con el tiempo, la calidad de los suelos degradados por su capacidad para producir materia orgánica.
- Se propagan y crecen con rapidez.
- Resiste condiciones limitantes de agua, es demandante de luz, crece en sitios perturbados, es pionera, se establece en cualquier suelo con o sin problemas de drenaje, igual en suelos de origen volcánico, calizo sedimentario que metamórficos.
- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas es alimento de varias especies como murciélagos, osos hormigueros, monos, *Ramphastos sulfuratus*, aves en general que dispersan sus semillas hasta 500 m, grillos. Mirmecófila, relación con hormigas del género *Azteca* sp.
- Tiene una nula tendencia a adquirir una propagación malezoide.

Desempeño (germinación y crecimiento)

83% de viabilidad.

A los cinco meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta:

51% de emergencia (Figura 20).

64% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 21).

13 cm de altura promedio a los siete meses (máximo 40 cm - mínimo 5 cm).

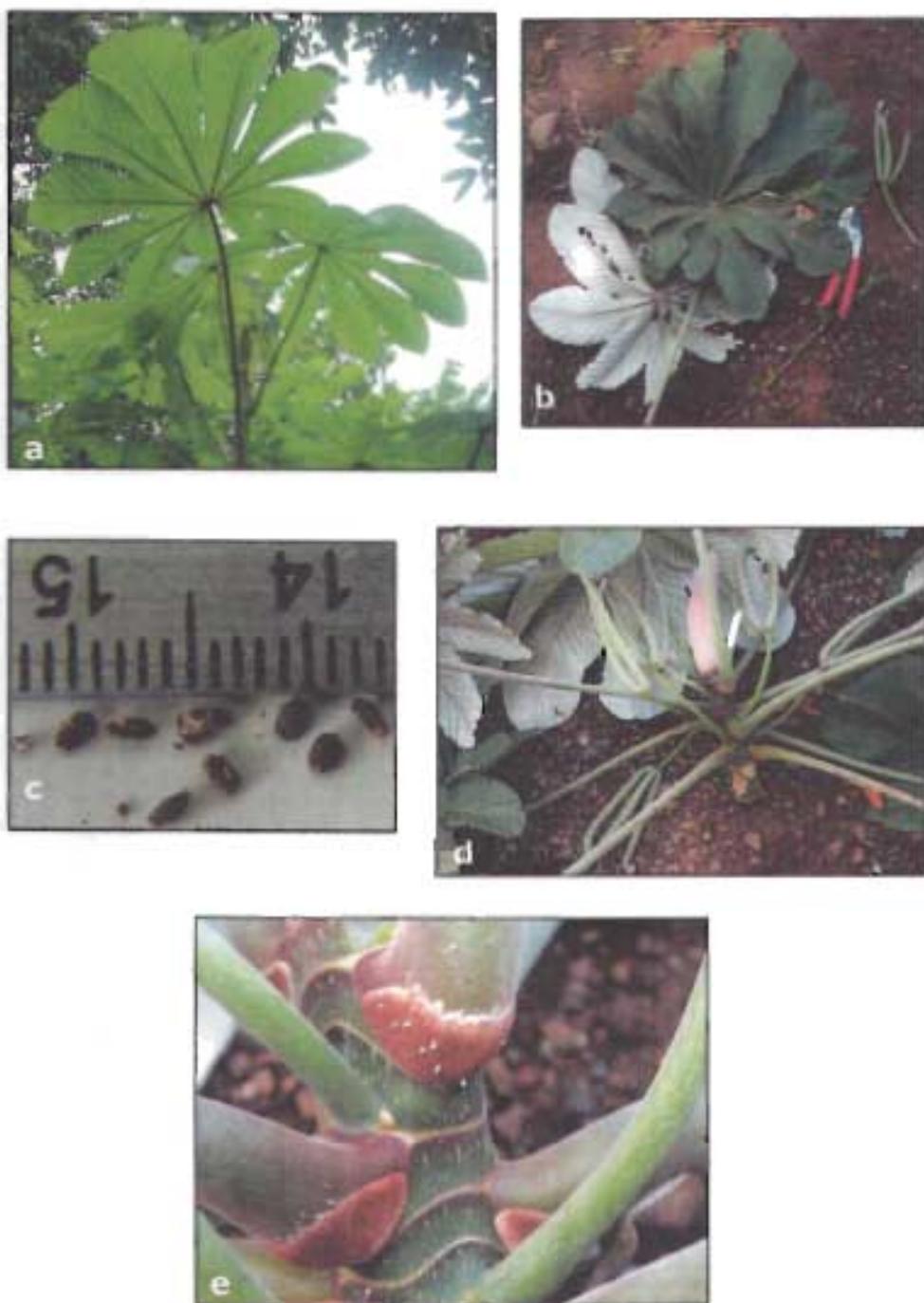


Figura 19. *Cecropia obtusifolia* (chancarro) a) individuo adulto, b) hoja e infrutescencia, c) semillas, d) inflorescencia, infrutescencia y bráctea espatiforme y e) cuerpos de muller.

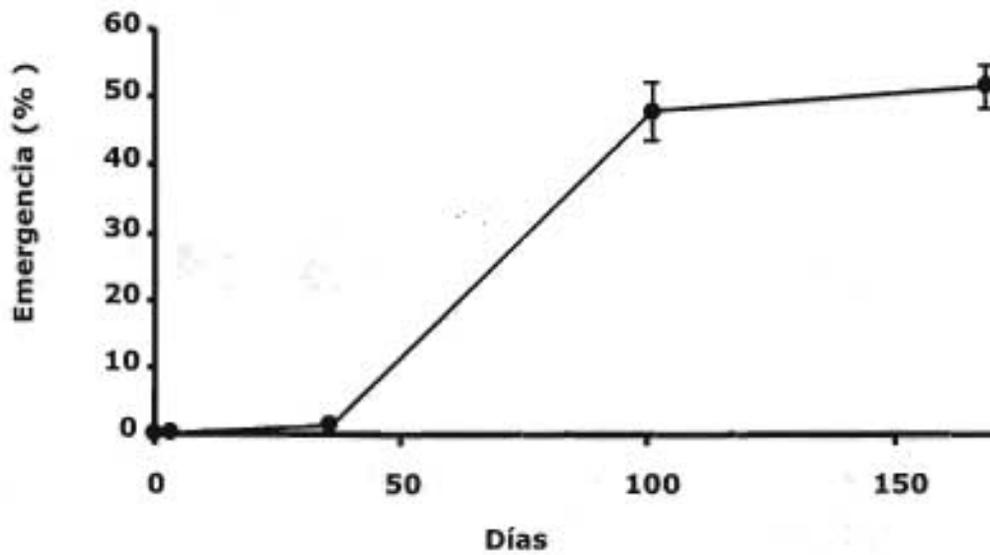


Figura 20 . Porcentaje promedio de emergencia de *Cecropia obtusifolia* (chancarro).

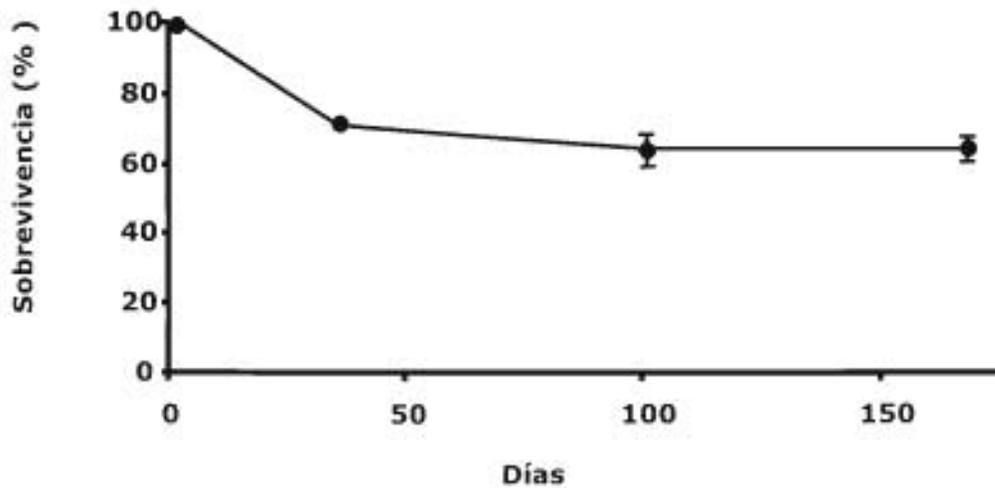


Figura 21. Porcentaje promedio de supervivencia de *Cecropia obtusifolia* (chancarro).

Nombre científico: *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. **Familia:** Bombacaceae

Nombre común: ceiba, pochote, pochota (Ver., Jal., Tab., Oax., Camp., Gro.)

Descripción

Forma de vida: árbol monopódico de hasta 40 m de altura y de d.a.p. hasta de 3 m, con contrafuertes grandes y bien desarrollados, cubierto por numerosas espinas cónicas fuertes (Figura 22 a y c). Demandante de luz.

Tipo de hojas: dispuestas en espiral, aglomeradas en las puntas de las ramas, digitado-compuestas, de 11-40 cm de largo, con 7-8 folíolos de 5x1.5 a 15x4 cm, angostamente oblongos, con el margen entero. Verde oscuro a pálido, con escasos pelos en la nervadura central (Figura 22 b).

Flores: en fascículos de 4-8 cm de largo en las axilas de las hojas caídas, flores actinomorfas, perfumadas, amarillas a doradas de 5 cm de largo.

Frutos: cápsulas obovoides 5-valvadas de 8x4.5 a 14x7cm, pardo morenas (Figura 22 d).

Semillas: numerosas de 120 a 175 por fruto, redondas de 4 a 8 mm, negras, rodeadas por abundante vello sedoso blanco gris plateado.

Sexualidad: hermafroditas.

Tiempo de floración: diciembre a marzo.

Fructificación: de abril a junio.

Fecha de Colecta: julio 2003

Usos:

Tradicionalmente protegida por el hombre por sus atributos religiosos.

Como sombra para ganado.

Madera para fabricación de artículos torneados o como chapa de maderas terciadas, instrumentos musicales, juguetes para construcciones locales.

La semilla contiene aceite no secante que se usa para fabricar margarinas, jabones, lubricantes, para iluminación y tostada como alimento. Los residuos después de la extracción del aceite se usan como forraje.

Las hojas y frutos tiernos se pueden comer cocidos.

La fibra algodonosa que se encuentra rodeando a las semillas se utiliza como aislante, para rellenar cojines, flotadores, con un poder de flotación cinco veces mayor que el del corcho y ocho veces más ligera que el algodón.

Efectos medicinales de la corteza para granos, reumatismo y diurético.

El tronco para curar enfermedades intestinales.

Las hojas contienen alcanfor.

Considerada con importancia melífera.

Referencias complementarias

Pennington y Sarukhán 1998 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 5

- Tiene la capacidad de mejorar, con el tiempo, la calidad de los suelos degradados por su capacidad para producir materia orgánica.
- De propagación y crecimiento intermedio.
- Resiste condiciones limitantes se puede desarrollar en áreas perturbadas, en gran variedad de suelos inundables.
- Tiene usos múltiples, de interés cultural.
- Tiene una nula tendencia a adquirir una propagación maízeoide.

Desempeño (germinación y crecimiento)

Su semilla flota por lo que no se pudo aplicar la prueba de viabilidad

A los cinco y a los siete meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta:

42% de emergencia para ambos tiempos (Figura 23). En la literatura se reporta que la germinación se inicia a las 4 semanas y se han obtenido del 50 al 85% con tratamientos como: inmersión en agua hirviendo y dejando las semillas dentro de la misma agua por 24 h.

88% y 64% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 24).

18 cm de altura promedio a los cinco meses (máximo 40 cm - mínimo 10 cm).



Figura 22. *Ceiba pentandra* (ceiba) a) individuo adulto, b) hojas, c) corteza con espinas cónicas, d) fruto.

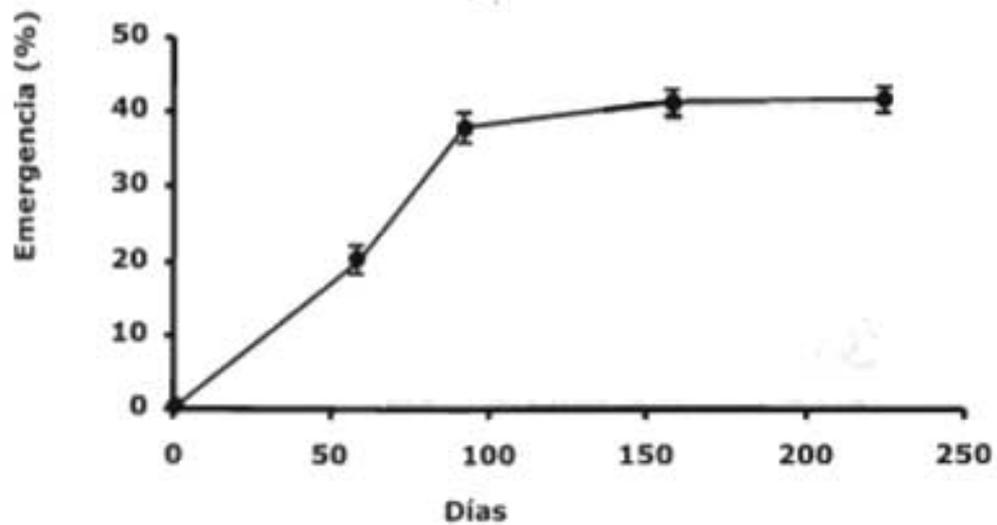


Figura 23. Porcentaje promedio de emergencia de *Ceiba pentandra* (ceiba).

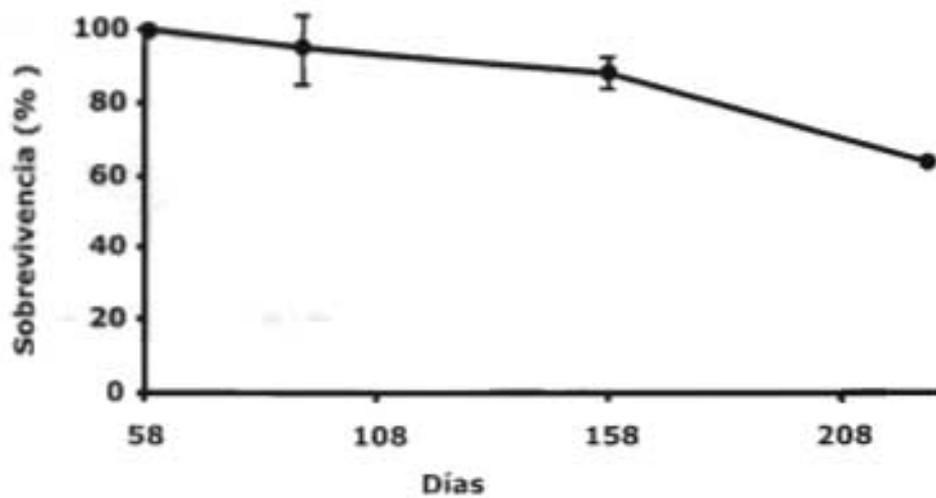


Figura 24. Porcentaje promedio de supervivencia de *Ceiba pentandra* (ceiba).

Nombre científico: *Pimenta dioica* (L.) Merril

Familia: Myrtaceae

Nombre común: pimienta gorda, pimienta de tabasco, patololote (en toda su distribución).

Descripción

Forma de vida: árbol de hasta 20 m y de d.a.p. de hasta 40 cm con una corteza lisa que se desprende en escamas delgadas y alargadas, pardo amarillenta (Figura 25 a y b). Especie primaria/secundaria.

Tipo de hojas: decusadas, simples láminas de 6x2.5 a 21x7 cm elípticas u oblongas, con el margen entero, ápice agudo o redondeado, base aguda u obtusa; haz verde oscuro y brillante, envés verde pálido o amarillento, con numerosos puntos glandulosos transparentes, las hojas despiden un olor fragante que perdura aún después de secas (Figura 25 c y e). Entrenudos cuadrados y angulosos. Perennifolias.

Flores: panículas axilares de 6 a 12 cm de largo, finamente pubescentes, actinomorfas y blancas.

Frutos: bayas subglobosas de 10x15 mm, aplanadas en el ápice, verrugosas, todo el fruto despide un fuerte olor fragante, verde amarillentas a negruzcas (Figura 25 e).

Semillas: una o dos semillas por fruto, de 5-6 mm de largo y de 4 a 5 de ancho y 2 a 3 mm de grueso, verdosas y esféricas (Figura 25 d).

Sexualidad: dioicas

Floración: de marzo a mayo.

Fructificación: de junio a octubre.

Fecha de Colecta: agosto 2003

Usos:

Para construcciones rurales, utensilios agrícolas, mangos para herramientas.

Protegido para la comercialización del fruto para su uso como especie o condimento, para la fabricación de cosméticos, esencias, perfumes, como fuente para la elaboración de eugenol y vainillina.

Sus hojas como té.

Tiene actividad insecticida contra el gorgojo común del maíz.

Efectos medicinales para la aceleración del parto, náuseas, vómito y antiséptico.

Referencias complementarias

Ibarra 1985, Pennington y Sarukhán 1998 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes et al. 1999): 4

- Tiene la capacidad de mejorar, con el tiempo, la calidad de los suelos degradados por su capacidad para producir materia orgánica. Se ha empleado para la rehabilitación de sitios donde hubo explotación minera.
- Resiste condiciones limitantes.
- Tiene usos múltiples, su fruto se vende como condimento y sus hojas se preparan en infusión. Sirve como barrera rompe vientos y como sombra para el ganado.
- Tiene una nula tendencia a adquirir una propagación malezoiide.

Desempeño (germinación y crecimiento)

90% de viabilidad.

A los cinco y a los ocho meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta:

50% y 52% de emergencia (Figura 26). En la literatura se recomienda lavar las semillas y secarlas, se han obtenido 70% de germinación.

92% y 88% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 27).

7 y 10 cm de altura promedio (máximos 15 y 19 cm - mínimos 3 y 3 cm).



Figura 25. *Pimenta dioica* (pimienta) a) individuo adulto, b) corteza, c) hojas y d) semillas y e) hojas y frutos.

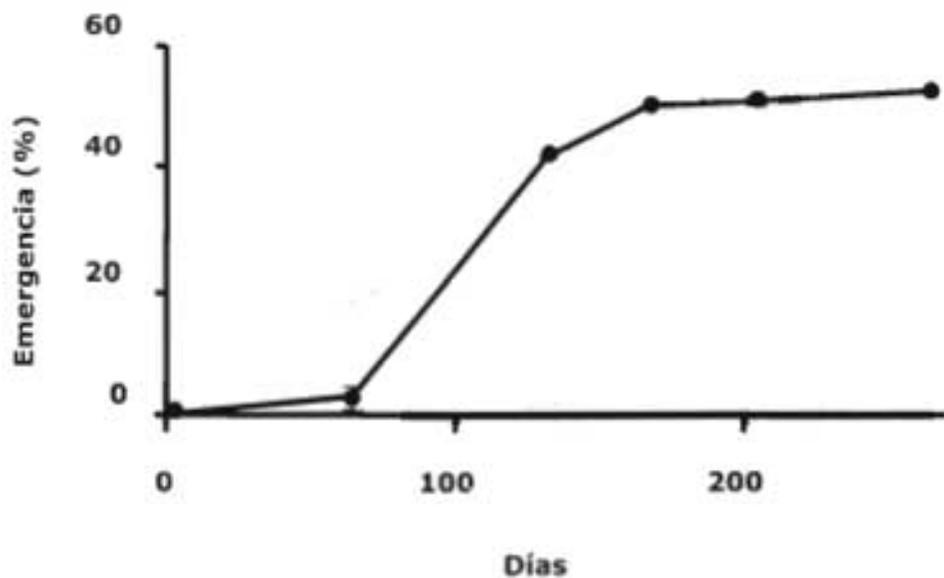


Figura 26. Porcentaje promedio de emergencia de *Pimenta dioica* (pimienta).

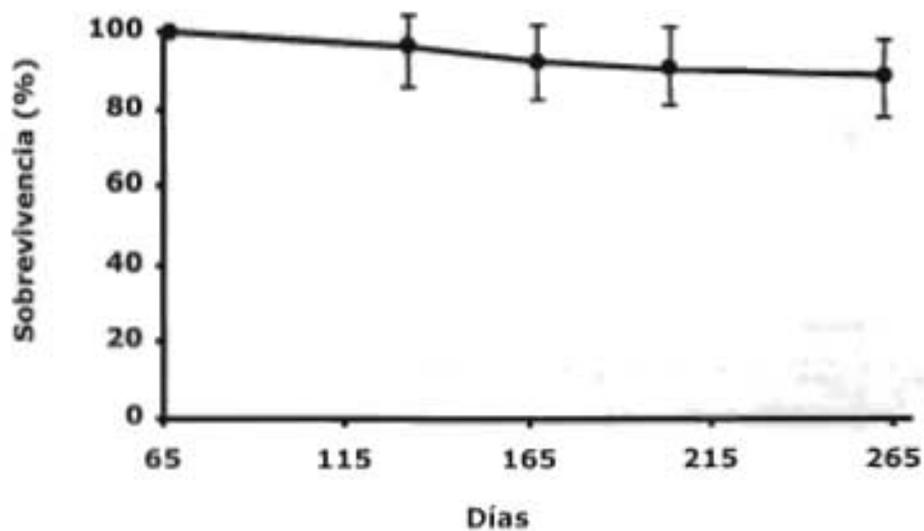


Figura 27. Porcentaje promedio de supervivencia de *Pimenta dioica* (pimienta).

Nombre científico: *Cordia megalantha* S. F. Blake **Familia:** Boraginaceae

Nombre común: súchil

Descripción

Forma de vida: árbol de 20-35 m de altura y de 60 a 120 cm de d.a.p., con contrafuertes, corteza fisurada pardo negrusca (Figura 28 a). Especie secundaria aunque puede estar presente en potreros.

Tipo de hojas: simples, alternas, verde amarillentas, 8 a 17 cm de largo y 3 a 5 cm de ancho, obovada elíptica, margen entero ramas jóvenes con engrosamientos producidos por hormigas que habitan en su interior, haz oscuro, envés pálido brillante (Figura 28 d).

Flores: inflorescencia de 6-15 cm de largo, blancas (Figura 28 b).

Frutos: infrutescencia de 9-17 cm de largo, nueces de 10 a 13 mm de largo, con todas las partes florales persistentes o sólo el cáliz (Figura 28 c).

Semillas: una semilla por fruto, de 5-6 mm de largo elipsoide (Figura 28 e).

Sexualidad: dioica

Floración: abril a mayo.

Fructificación: junio a julio.

Fecha de Colecta: julio 2003

Usos:

La madera es muy apreciada localmente para la construcción de vivienda por su alta durabilidad.

Referencias complementarias

Ibarra 1985 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 4

- Tiene la capacidad de mejorar, con el tiempo, la calidad de los suelos degradados por su capacidad para producir materia orgánica.
- Se propagan y crecen con rapidez.
- Resiste condiciones limitantes.
- Tiene usos múltiples.
- Tiene una nula tendencia a adquirir una propagación malezoide.

Desempeño (germinación y crecimiento)

Su semilla flota por lo que no se pudo aplicar la prueba de viabilidad.

A los cinco y a los ocho meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta:

33% y 39% de emergencia (Figura 29).

79% y 58% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 30).

8 y 10 cm de altura promedio (máximos 10 y 15 cm - mínimos 6 y 3 cm).



Figura 28. *Cordia megalantha* (súchil) a) individuo adulto, b) Flor, c) semilla con pétalos como unidad de dispersión, d) hojas y e) semillas.

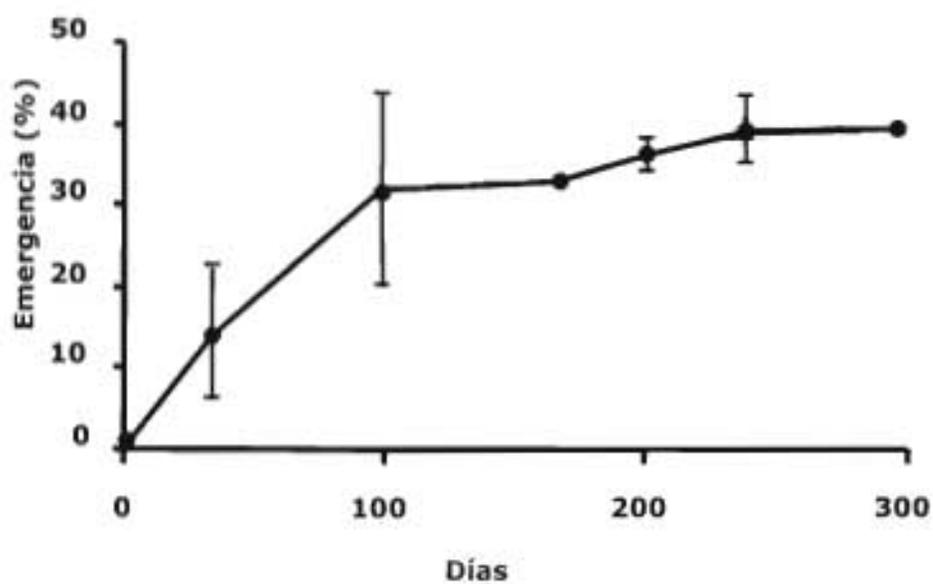


Figura 29. Porcentaje promedio de emergencia de *Cordia megalantha* (súchil).

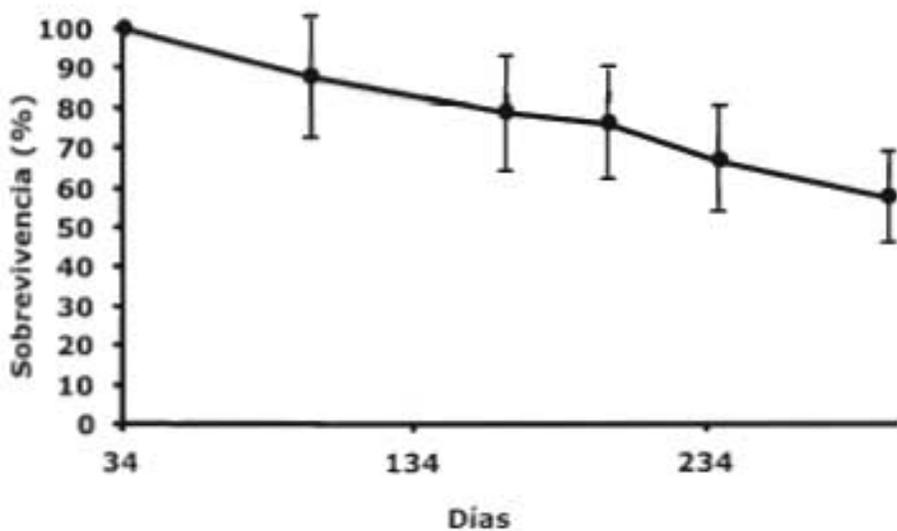


Figura 30. Porcentaje promedio de supervivencia de *Cordia megalantha* (súchil).

Nombre científico: *Heliocarpus appendiculatus* Turcz. **Familia:** Tilliaceae

Nombre común: jonote rojo (Ver.), corcho, mozote (Chis.), jolocín blanco (Tab.).

Descripción

Forma de vida: árbol de hasta 25 m y d.a.p. de hasta 40 cm, corteza interna muy fibrosa, sin contrafuertes, exudado pegajoso ligeramente anaranjado. Medianamente demandante de luz.

Tipo de hojas: simples, alternas, de ovadas a orbiculadas, de 5x5 a 20x17 cm, dispuestas en espiral, el margen aserrado (Figura 31 a), con varias glándulas en el margen del envés (Figura 31 b); verde grisáceas pálido en el envés y densamente pubescente, 5 nervios prominentes desde la base de la hoja. Caducifolias, recambio foliar varias veces al año.

Flores: panículas terminales axilares de 10 a 20 cm de largo, flores masculinas actinomorfas de 8 a 9 mm de diámetro, pétalos de color amarillo. Flores femeninas actinomorfas de 4 a 5 mm de diámetro perianto verde pálido (Figura 31 c).

Frutos: cápsulas binoculares, comprimidas, elipsoide, borde con proyecciones plumosas (Figura 31 d).

Semillas: nuececillas de 3 mm de diámetro, globosas, ligeramente comprimidas, con el borde rodeado por numerosas proyecciones filiformes, rojizas, anemócora (Figura 31 e).

Sexualidad: dioico.

Floración: en secas, de enero a marzo.

Fructificación: de febrero a mayo.

Fecha de Colecta: mayo 2003

Usos:

La corteza se utiliza para hacer cuerdas muy durables flexibles. El exudado puede acelerar la cicatrización.

Referencias complementarias

González *et al.* 1997, Ibarra 1985, Pennington y Sarukhán 1998 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 3

- Se propagan y crecen con rapidez.
- Resiste condiciones limitantes, es pionera, puede crecer en zonas perturbadas, tolerante a la depredación.
- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas, es polinizada por insectos.

Desempeño (germinación y crecimiento)

Su semilla flota por lo que no se pudo aplicar la prueba de viabilidad

A los cinco y a los siete meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta respectivamente:

55% de emergencia para ambos tiempos (Figura 32).

82% y 77% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 33).

43 cm de altura promedio a los siete meses (máximo 110 cm y mínimo 5 cm).



Figura 31. *Heliocarpus appendiculatus* (jonote rojo) a) hojas, b) apéndices, c) inflorescencia y flor, d) y e) semillas.

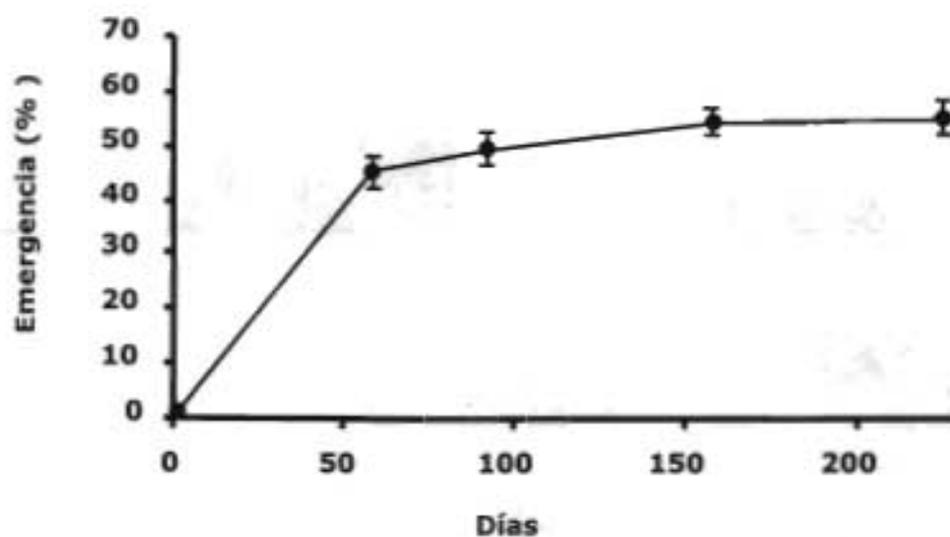


Figura 32. Porcentaje promedio de emergencia de *Hellocarpus appendiculatus* (jonote rojo).

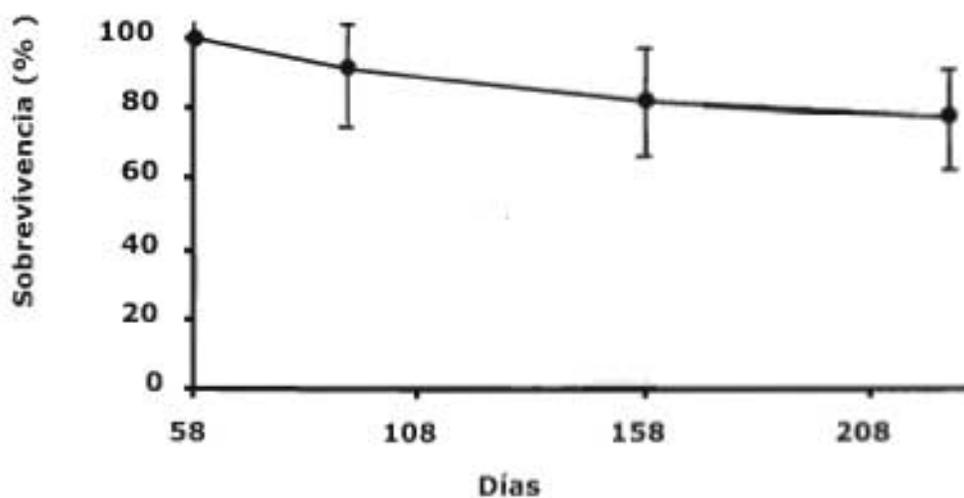


Figura 33. Porcentaje promedio de supervivencia de *Hellocarpus appendiculatus* (jonote rojo).

Nombre científico: *Piper auritum* Kunth

Familia: Piperaceae

Nombre común: acuyo, hoja santa (Ver., Oax.).

Descripción

Forma de vida: árbol más frecuente pero también arbusto, de 2 a 4 m de alto y d.a.p. de 3 a 8 cm, nudos gruesos a lo largo del tronco y lenticelas abundantes (Figura 34 a). Poca tolerancia a la sombra.

Tipo de hojas: grandes (485 cm²), aromáticas, simples, alternas con el margen alado irregularmente, exudado transparente y fragante al desprenderlo del tallo. Lamina de 25 a 50 cm largo y de 17 a 25 cm de ancho, muy asimétrica, haz opaco, escaso pubescente, el envés más claro y pubescente. Rápido recambio, copa en monocapa, alta capacidad fotosintética. Marchitamiento como estrategia de resistencia (Figura 34 b).

Flores: espigas de 18 a 25 cm. de largo, blanco amarillentas, flores embebidas en la inflorescencia (Figura 34 c).

Frutos: infrutescencia de 15 a 22 cm de largo engrosado en la base cilíndrica gris verdosa. Drupas embebidas en la infrutescencia de 2.3 a 4.5 mm de largo y de 2.3 a 4 mm de ancho, elipsoide, esférica, rojo brillante.

Semillas: una semilla por fruto, endocarpo de 1.5 a 2 mm. de largo y de 1.2 a 1.4 mm de ancho, de similar forma que el fruto, gris pálido (Figura 34 d).

Sexualidad: monoicas.

Floración: de marzo a abril.

Fructificación: de abril a julio.

Fecha de Colecta: mayo 2003

Usos:

Hojas como condimento en platillos como tamales, medicinales junto con raíces fuente de terpenoides, alcaloides y fenoles.

Gran capacidad para asimilar nitrato.

Contiene piperasina sustancia que usa contra el reumatismo y las fiebres tropicales.

Estimulante gástrico.

Referencias complementarias

González *et al.* 1997, Ibarra 1985 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 4

- Por su alta producción de follaje favorece la formación de suelo.
- Se propagan y crecen con rapidez en claros grandes, perturbados, orillas de camino y de arroyos.
- Resiste condiciones limitantes.
- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas, sirve como alimento a aves y murciélagos.

Desempeño (germinación y crecimiento)

95% de viabilidad

A los cinco y a los siete meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta:

20% y 22% de emergencia (Figura 35).

57% y 52% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 36).

12 cm de altura promedio a los siete meses (máximo 80 cm - mínimo 3 cm).

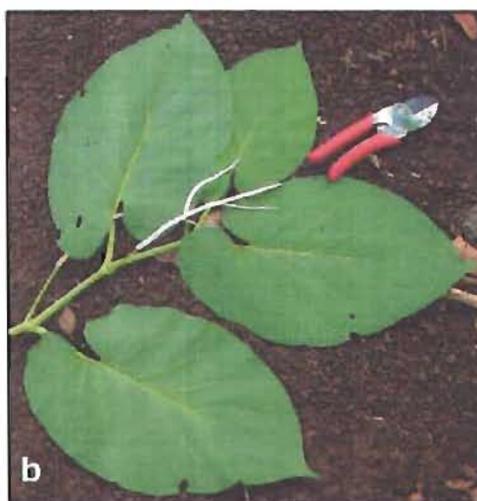
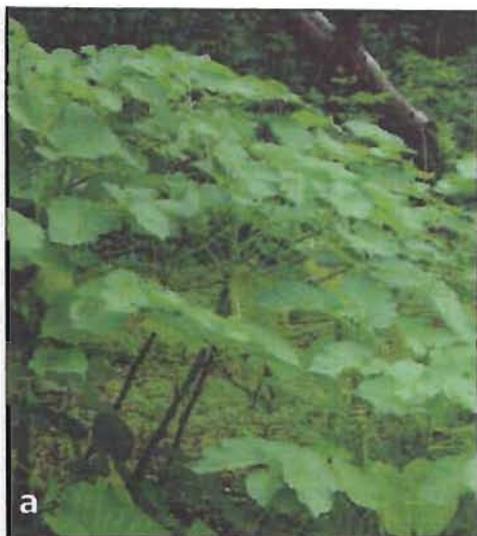


Figura34. *Piper auritum* (acuyo) a) individuo adulto, b) hojas, c) inflorescencia, d) semillas.

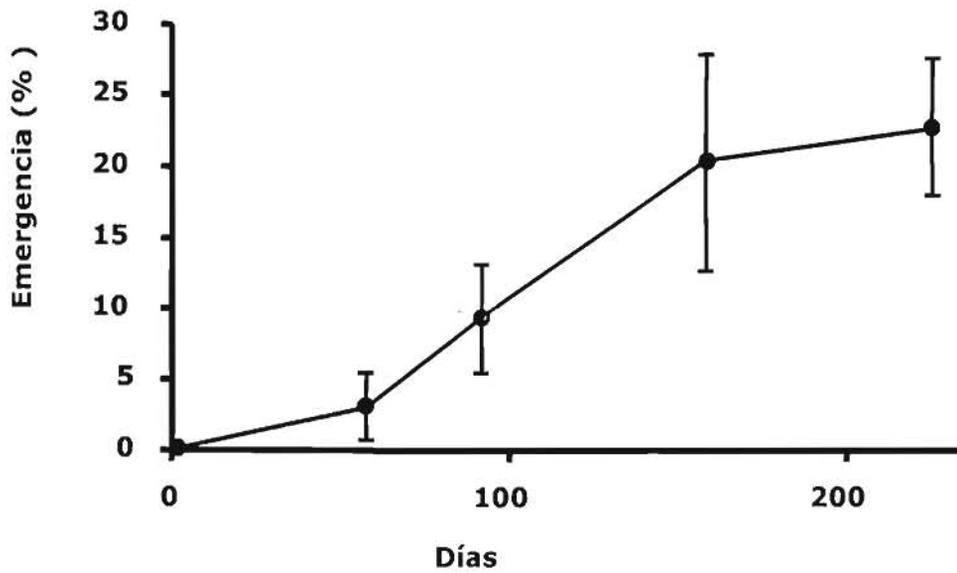


Figura 35 . Porcentaje promedio de emergencia de *Piper aurium* (acuyo).

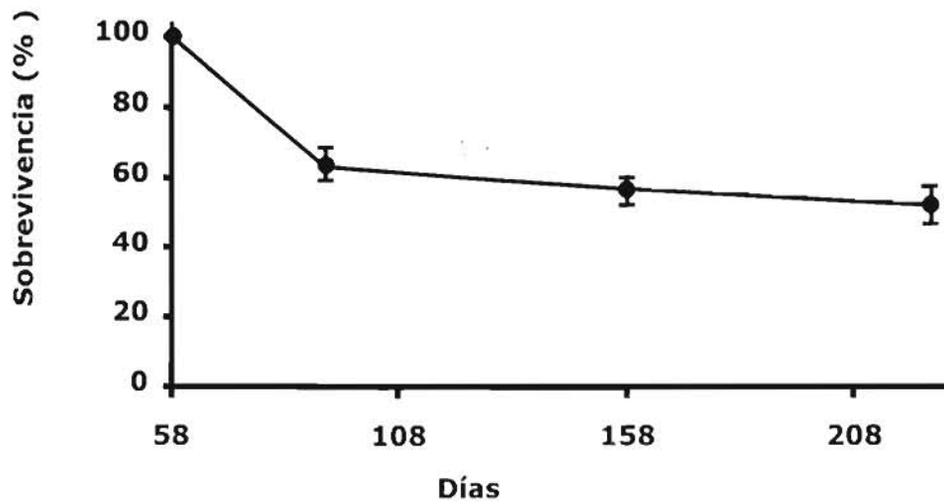


Figura 36. Porcentaje promedio de supervivencia de *Piper auritum* (acuyo).

Nombre científico: *Brosimum alicastrum* SW.

Familia: Moraceae

Nombre común: ramón (Oax., Camp., Yuv.), ojoche (Oax., sur de Ver.)

Descripción

Forma de vida: árbol de hasta 40 m y d.a.p. de hasta 1.5 m, con contrafuertes bien marcados (Figura 37 a), corteza escamosa en piezas grandes y cuadradas, con abundante exudado lechoso (Figura 37 c). Especie de sombra.

Tipo de hojas: simples, alternas, 4x2 a 18x8 cm, ovadas-lanceoladas, con el margen entero, más claro el envés, áspero (Figura 37 b). Presenta con frecuencia agallas en forma de dedos de guante. En la mayoría de los casos caducifolio pero en Los Tuxtlas perennifolias.

Flores: cabezuelas axilares de 1 cm de diámetro, blancas, verde amarillentas blanquecinas, formadas por varias flores masculinas y una femenina (Figura 37 d).

Frutos: drupas de 2 a 3 cm de diámetro, esféricas, globosa, verde amarillenta, con pericarpio carnoso verde amarillo a anaranjado, de sabor y olor dulces en la madurez, cubierta de escamas blancas.

Semillas: de una a dos semillas por fruto, de 9-13 mm de largo; 16-20 mm de ancho, largas, planas, pardas y testa papirácea de color morena clara.

Sexualidad: dioico o monoico, su sexualidad cambia del estado femenino al masculino a partir de cierta etapa del ciclo de vida.

Floración: enero a mayo o a abril.

Fructificación: es muy variable pero en Los Tuxtlas se pueden distinguir dos grupos, uno que florece de diciembre a febrero, con un fruto que al madurar es rojo de agradable sabor y otro menor de marzo a abril con un fruto que madura de color verde amarillento y es insípido.

Fecha de Colecta: junio 2003

Usos:

Uso semejante al hule.

Fruto comestible en secas se usa como forraje en zonas selváticas, forrajera.

Exudado y semillas contra el asma, sustituto del café.

Lactógeno en humanos y ganado.

Madera fácil de trabajar para duelas y artículos torneados.

Las semillas tostadas tienen un sabor parecido al cacao y se pueden usar como sustituto del café.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Referencias complementarias

González *et al.* 1997, Ibarra 1985, Pennington y Sarukhán 1998 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 3

- Tiene la capacidad de mejorar, con el tiempo, la calidad de los suelos degradados por su capacidad para producir materia orgánica y controla la erosión. Se puede usar como barrera rompe vientos.
- Resiste condiciones limitantes aunque se desarrolla preferentemente en la sombra por ser de Selva madura, tiene crecimiento lento, pero crece en sitios degradados.
- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas. Sirve como alimento a *Heteromys desmarestianus* (ratón), *Dasyprocta punctata* (aguti), *Artibeus jamaicensis* (murciélago), *Alouata palliata* (mono aullador), en general se ha encontrado que aves de 39 especies y 10 familias se alimentan del fruto.



Figura 37. *Brosimum alicastrum* (ramón) a) contrafuertes, b) hojas, c) exudado del tronco y d) flores.

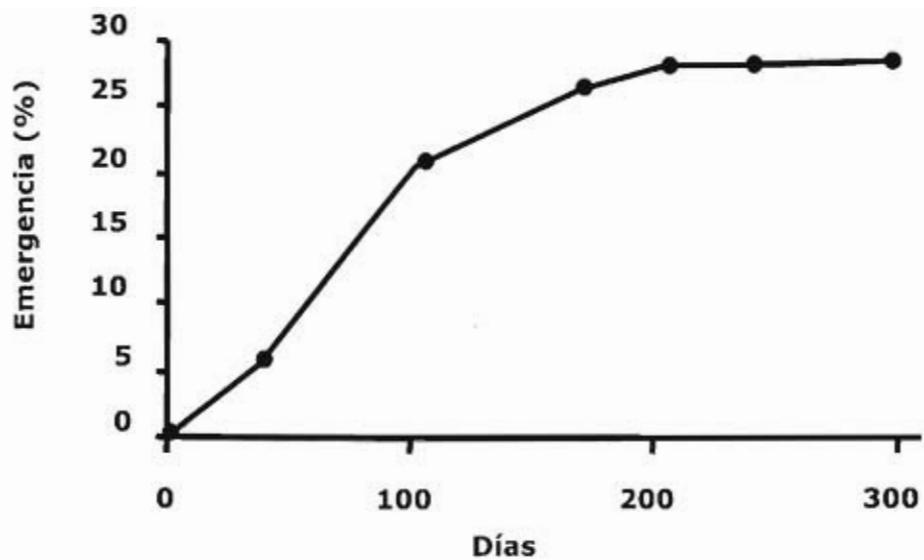


Figura 38. Porcentaje promedio de emergencia de *Brosimum alicastrum* (ramón).

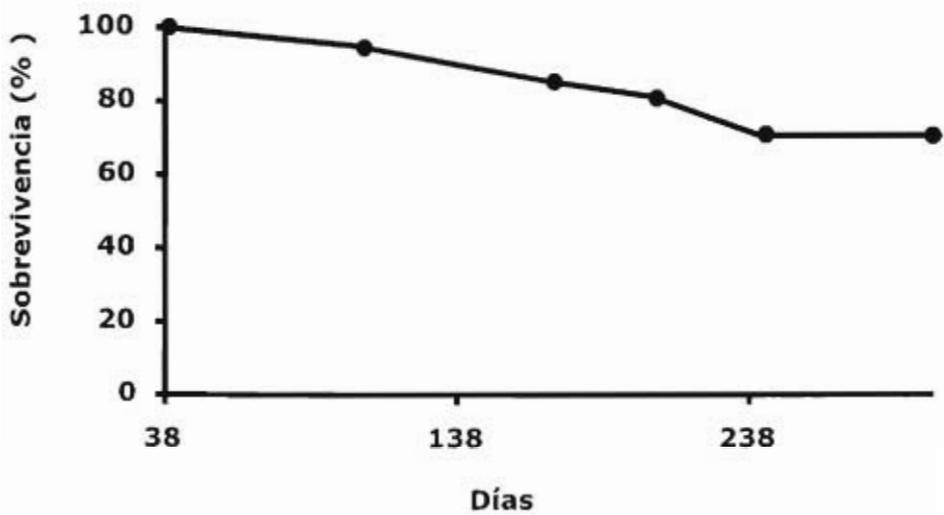


Figura 39 . Porcentaje promedio de supervivencia de *Brosimum alicastrum* (ramón).

Nombre científico: *Poulsenia armata* (Miq.) Standl. **Familia:** Moraceae

Nombre común: abasbabi, aguatoso.

Descripción

Forma de vida: árbol de 20 a 30 m de alto y d.a.p. hasta de 1 m, con contrafuertes, exudado pardo claro (Figura 40 a). Tolerante a la sombra.

Tipo de hojas: simples, alternas o en espiral, con espinas cortas (Figura 40 c), verdosas y exudado blanco al desprenderlo del tallo (Figura 40 d), lámina de 8-30 cm de largo y de 4.5-15 cm de ancho, elíptica casi orbicular, base redondeada, margen entero, haz oscuro a brillante, envés más pálido y con ambas superficies glabras, pequeñas espinas a lo largo de las venas. Caducifolias pero variable (Figura 40 b).

Flores: inflorescencias estaminadas de 2 a 3 cm de largo. Cabezuelas pistiladas de 1.5-3 cm de largo con 5-9 flores, verde amarillentas.

Frutos: infrutescencia de 20 a 28 mm de largo, esférica, gris verdosa a pardo oscura (Figura 40 e).

Semillas: una por drupa, semillas de 5-9 mm de largo, elipsoides, amarillo pálidas (Figura 40 f).

Sexualidad: monóicas.

Floración: de abril a julio

Fructificación: de mayo a junio, posiblemente con dos picos de floración y fructificación en mayo y octubre.

Fecha de Colecta: junio 2004

Usos:

La madera no tiene buen acabado pero se podría utilizar en carpintería en general. Con su corteza en Guatemala se construyen hamacas. Su frutos son comestibles.

Referencias complementarias

González *et al.* 1997 y Ibarra 1985.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 3

- Se propagan y crecen con rapidez.
- Crece en acahuales y es resistente.
- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas pues su fruto es comido por ardillas, murciélagos y otros animales.

Desempeño (germinación y crecimiento)

90% de viabilidad.

A los cinco y a los 10 meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta:

44% y 48 % de emergencia (Figura 41).

92% y 75 % de sobrevivencia de las establecidas (Figura 42).

7 y 8 cm de altura promedio (máximos 10 y 12 cm - mínimo 5 y 3 cm).



Figura 40. *Poulsenia armata* (abasbabi) a) individuo adulto, b) hojas, c) tallo con espinas, d) látex, e) fruto y f) semillas.

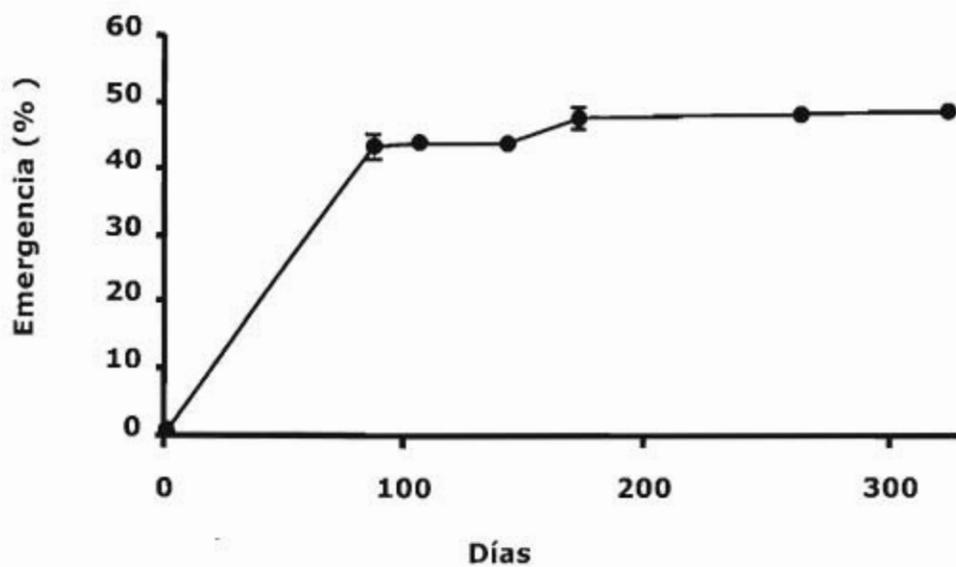


Figura 41. Porcentaje promedio de emergencia de *Poulsenia armata* (abasbabi).

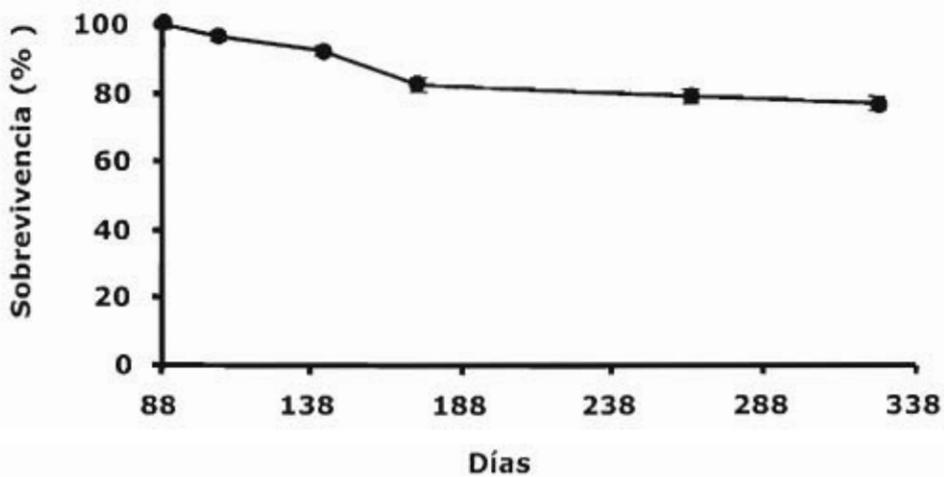


Figura 42 . Porcentaje promedio de supervivencia de *Poulsenia armata* (abasbabi).

Nombre científico: *Pseudolmedia oxyphyllaria*

Donn. Sm., Bot. Gaz. (Crawfordsville)

Familia: Moraceae

Nombre común: tomatillo (Ver.)

Descripción

Forma de vida: árbol de 20 a 25 m y d.a.p. hasta de 60 cm, contrafuertes insinuados, exudado pardo claro (Figura 43 b). Puede establecerse en claros pero tolera la sombra.

Tipo de hojas: simples, alternas de 5.5-15 cm de largo y 5-6 cm de ancho, ovado elípticas lanceoladas, base aguda, ápice cuspidado, glabras-vena media con exudado café pálido. Verde claro a grisáceas y cubiertas de pelos simples sedosos (Figura 43 a).

Flores: cabezuelas con flores estaminadas de 5-10 mm de largo, verdosas a gris, flores pistiladas y solitarias.

Frutos: drupas carnosas, naranja-rojo, elipsoide de 1.2-1.8 cm largo, 1-1.6 de ancho (Figura 43 c y d).

Semillas: de 11 a 13 mm de largo y 10 a 12 mm de ancho, esféricas, blanco amarillentas.

Sexualidad: dioica

Floración: febrero a abril.

Fructificación: marzo a mayo.

Fecha de Colecta: mayo 2004

Usos:

Madera para construcción, para durmientes de las vías del tren, mangos de herramientas.

Las semillas se utilizan para elaborar tortillas.

Hojas flores y frutos son comidas por el ganado.

Su fruto es apreciado por su rico sabor.

Referencias complementarias

González *et al.* 1997 e Ibarra 1985.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes et al. 1999): 3

- Resiste condiciones limitantes. Puede crecer en claros y tolera la sombra de la selva madura.
- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas. Sirve de alimento a *Ramphastos sulphuratus* (tucán), *Allouata palliata* (mono aullador), *Artibeus jamaicensis* (murciélago), *Heteromys desmarestianus* (ratón), *Peromyscus mexicanus* (ratón), *Scirus deppei* (ardilla)
- Tiene una nula tendencia a adquirir una propagación malezoide.

Desempeño (germinación y crecimiento)

85% de viabilidad

A los cinco y a los diez meses respectivamente de haber sido sembrada sin tratamiento la emergencia y el crecimiento fueron:

13 y 37% de emergencia (Figura 44).

94 y 94 % de sobrevivencia de las establecidas (Figura 45).

5 y 9.4 cm de altura promedio (máximo 73 y 9 cm - mínimo 2 y 6 cm).

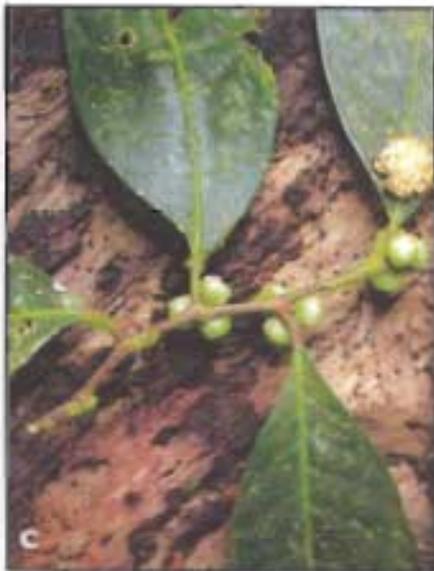


Figura 43. *Pseudolmedia oxyphyllaria* (tomatillo) a) hojas, b) exudado, c) infrutescencia y d) semillas.

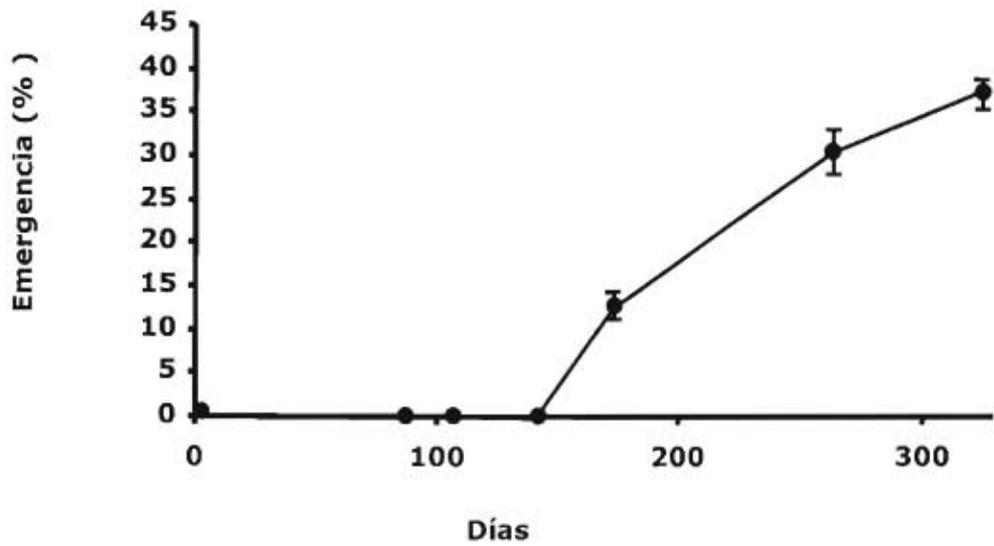


Figura 44. Porcentaje promedio de emergencia de *Pseudolmedia oxyphyllaria* (tomatillo).

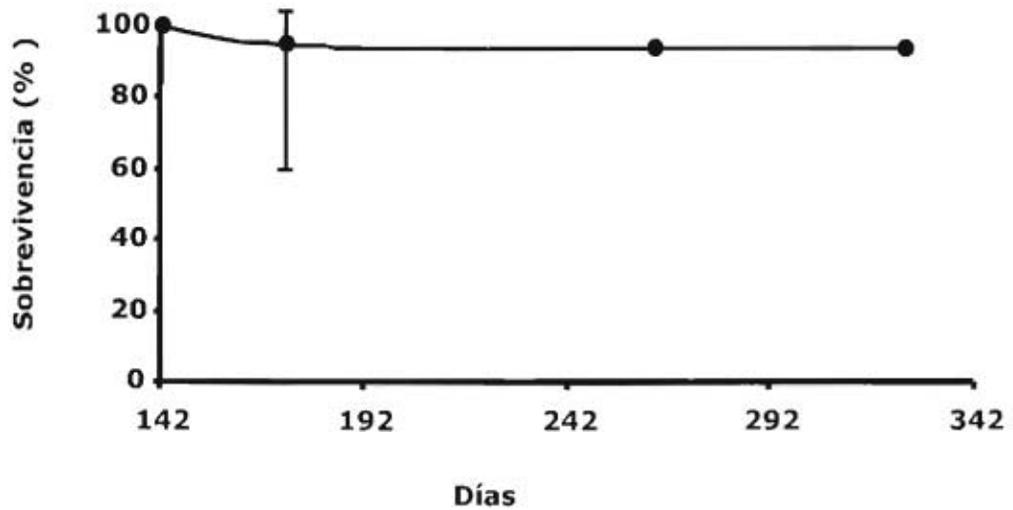


Figura 45 . Porcentaje promedio de supervivencia de *Pseudolmedia oxyphyllaria* (tomatillo).

Nombre científico: *Pouteria sapota* H. E. Moore & Stearn

Familia: Sapotaceae

Nombre común (en la zona): zapote mamey, mamey colorado (en toda su zona de distribución).

Descripción

Forma de vida: árbol de hasta 40 m y d.a.p. hasta de 80 cm con abundante exudado blanco (Figura 46 d) y pegajoso, madera con un fuerte olor a almendras (Figura 46 a).

Tipo de hojas: en espiral, aglomeradas en las puntas de las ramas, simples, 24X7.5 a 50X16. Oblanceoladas con el margen entero. Haz verde oscuro y envés verde pálido con algunos pelos simples en el nervio central. Cambio de follaje entre marzo y mayo (Figura 46 b).

Flores: solitarias, aglomeradas en las axilas de hojas caídas, actinomorfas, corola crema verdosa de 7 a 8 mm de largo.

Frutos: baya, de 20 cm de largo, ovoides, péndulos, moreno-rojizos, con numerosas escamas, mesocarpio muy carnosos, rosado moreno rojizo con pequeñas cantidades de látex cuando inmaduro (Figura 46 c y e).

Semillas: una semilla por fruto de hasta 10 cm de largo, elipsoide, de negra a morena (Figura 46 e).

Sexualidad: monoicas.

Floración: de agosto a octubre.

Fructificación: de mayo a agosto.

Fecha de Colecta: julio 2003

Usos:

Fruto comestible.

La semilla molida se usa contra la calvicie.

Madera en construcciones rurales aunque su madera es dura; también contra afecciones cardiacas.

Su exudado es antihelmíntico.

Referencias complementarias

Ibarra 1985, Pennington y Sarukhán 1998 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes et al. 1999): 2

- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas, su fruto es consumido por animales.
- Tiene una nula tendencia a adquirir una propagación malezoide.

Desempeño (germinación y crecimiento)

95% de viabilidad.

A los cinco meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta:

73 % de emergencia (Figura 47).

75% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 48).

29 cm de altura promedio (máximo 60 cm - mínimo 10 cm).

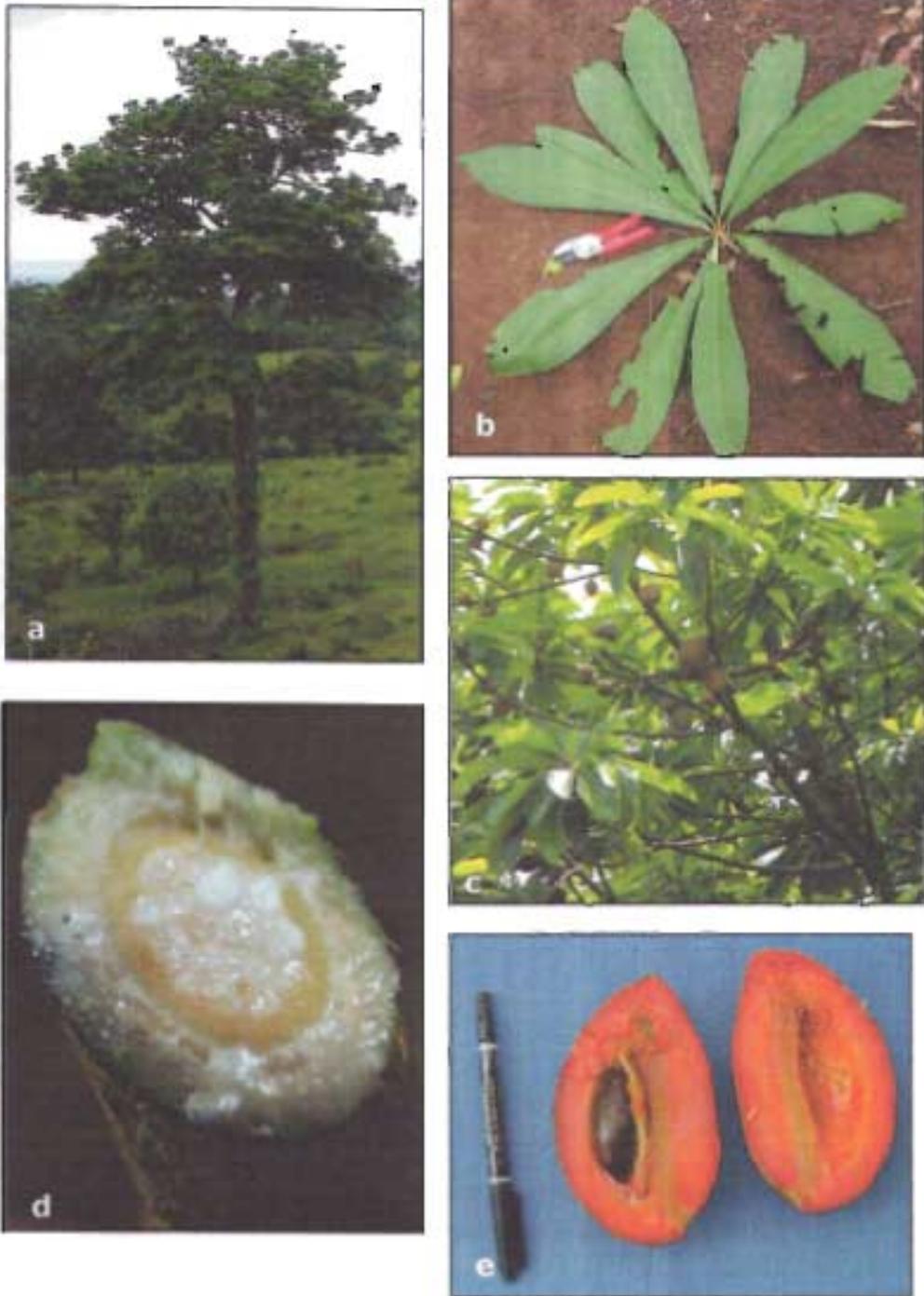


Figura 46. *Pouteria sapota* (zapote mamey) a) individuo adulto, b) hojas, c) frutos, d) látex y e) fruto y semillas.

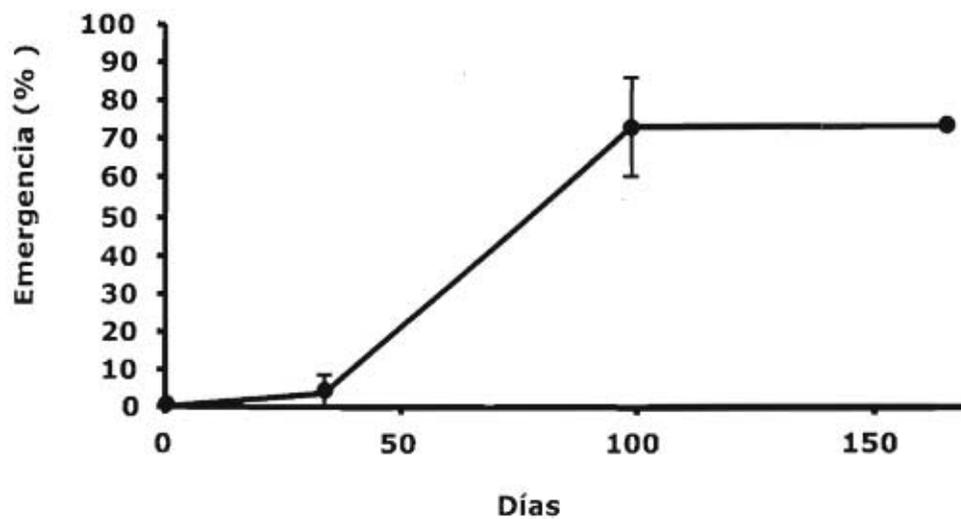


Figura 47. Porcentaje promedio de emergencia de *Pouteria sapota* (zapote mamey).

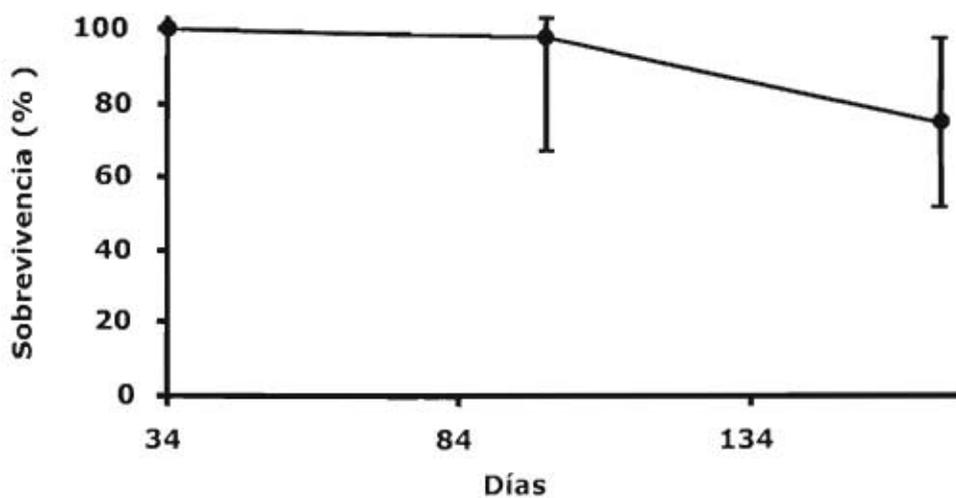


Figura 48. Porcentaje promedio de supervivencia de *Pouteria sapota* (zapote mamey).

Nombre científico: *Diospyros digyna* Jacq.

Familia: Ebenaceae

Nombre común: zapote prieto, zapote negro (en toda su distribución).

Descripción

Forma de vida: árbol de hasta 20 m y de d.a.p. hasta de 1 m, madera amarillenta (Figura 49 b). Cerca de cuerpos de agua.

Tipo de hojas: alternas, simples, 8.5X3.5 a 20X8 cm, Oblongas, olor ligeramente dulce, margen entero, color verde oscuro y brillante en la haz, verde amarillento en el envés, glabras, perennifolias (Figura 49 a).

Flores: Fascículos axilares de 2-4 cm L., solitarias, péndulas. Pedicelos de hasta 6 mm, corola de color blanco cremoso, flores femeninas ligeramente fragantes, actinomorfas, corola igual que la masculina con un punto negro en cada lóbulo en la garganta del tubo (Figura 49 c).

Frutos: bayas de 7 cm de diámetro globosas, verde oscuras casi negras 4 cm diámetro, mesocarpio carnoso, negro, dulce con 10 semillas morenas brillantes (Figura 49 d).

Semillas: 3 cm de largo, angulosas, morenas y brillantes.

Sexualidad: dioica.

Floración: de mayo a junio.

Fructificación: maduran de agosto a enero.

Fecha de Colecta: diciembre 2003

Usos:

Fruto comestible, para preparar una bebida semejante al licor. Alimento para la fauna.

Referencias complementarias González *et al.* 1997, Ibarra 1985 y Pennington y Sarukhán 1998.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 1

- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas

Desempeño (germinación y crecimiento)

100% de viabilidad.

A los cinco meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta:

12% de emergencia (Figura 50).

99% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 51).

9 cm de altura promedio (máximo 12 cm - mínimo 3 cm).



Figura 49. *Diospyros digyna* (zapote prieto) a)hojas, b) rama y corte de madera, c) flores y d) fruto.

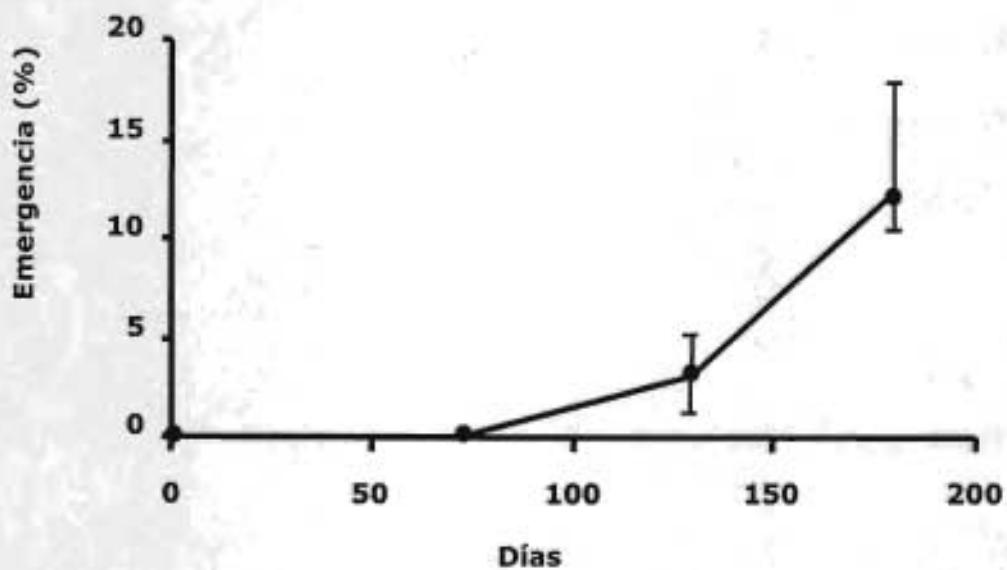


Figura 50. Porcentaje promedio de emergencia de *Diospyros digyna* (zapote prieto).

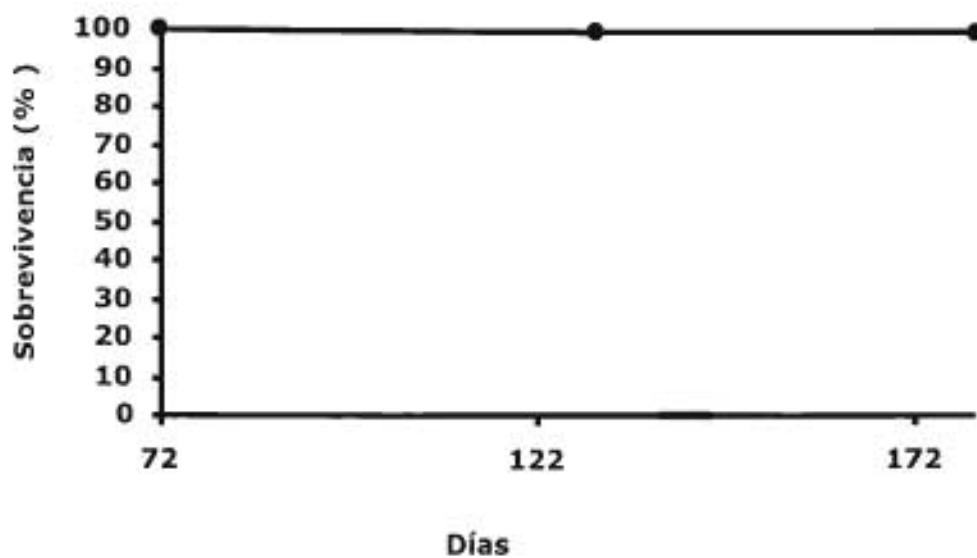


Figura 51. Porcentaje promedio de supervivencia de *Diospyros digyna* (zapote prieto).

Nombre científico: *Hampea nutricia* Fryxell

Familia: Malvaceae

Nombre común: tecolixtle, jonote blanco (Ver.).

Descripción

Forma de vida: árbol de 5-10 m de altura y d.a.p. hasta de 30 cm, sin contrafuertes (Figura 52 a).

Tipo de hojas: simples en espiral, lámina de 7-10 cm de largo, ovada a anchamente ovada, base cordada, margen entero, haz oscuro con pelos estrellados, envés pálido, lámina con abundantes puntos glandulosos, de color verde oscuro y opaco (Figura 52 b), nervación palmada con numeroso puntos glandulosos, con estípulas filiformes (Figura 52 c). Perennifolios.

Flores: racimos axilares de 2-5 cm de largo incluyendo el pedúnculo, flores estaminadas, blanco amarillentas.

Frutos: cápsula de 10-18 mm de largo ovoide elipsoides, verde grisáceas, pubescentes por dentro (Figura 52 d y e).

Semillas: 2-3 semillas por fruto, de semillas de 7-8 mm de largo, negras brillantes, elipsoides con un arilo blanco.

Sexualidad: dioicas.

Floración: de agosto a octubre.

Fructificación: de abril a mayo.

Fecha de Colecta: mayo 2003

Usos

La corteza se usa para amarrar diversos objetos.
El arilo es comestible.

Referencias complementarias

Ibarra 1985 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes *et al.* 1999): 1

- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas

Desempeño (germinación y crecimiento)

51% de viabilidad.

A los cinco y siete meses de haber sido sembrada sin tratamiento previo presenta respectivamente:

60% de emergencia para ambos tiempos (Figura 53).

80% y 79% de sobrevivencia de las establecidas (Figura 54).

23 cm de altura promedio a los siete meses (máximo 60 cm - mínimo 10 cm).

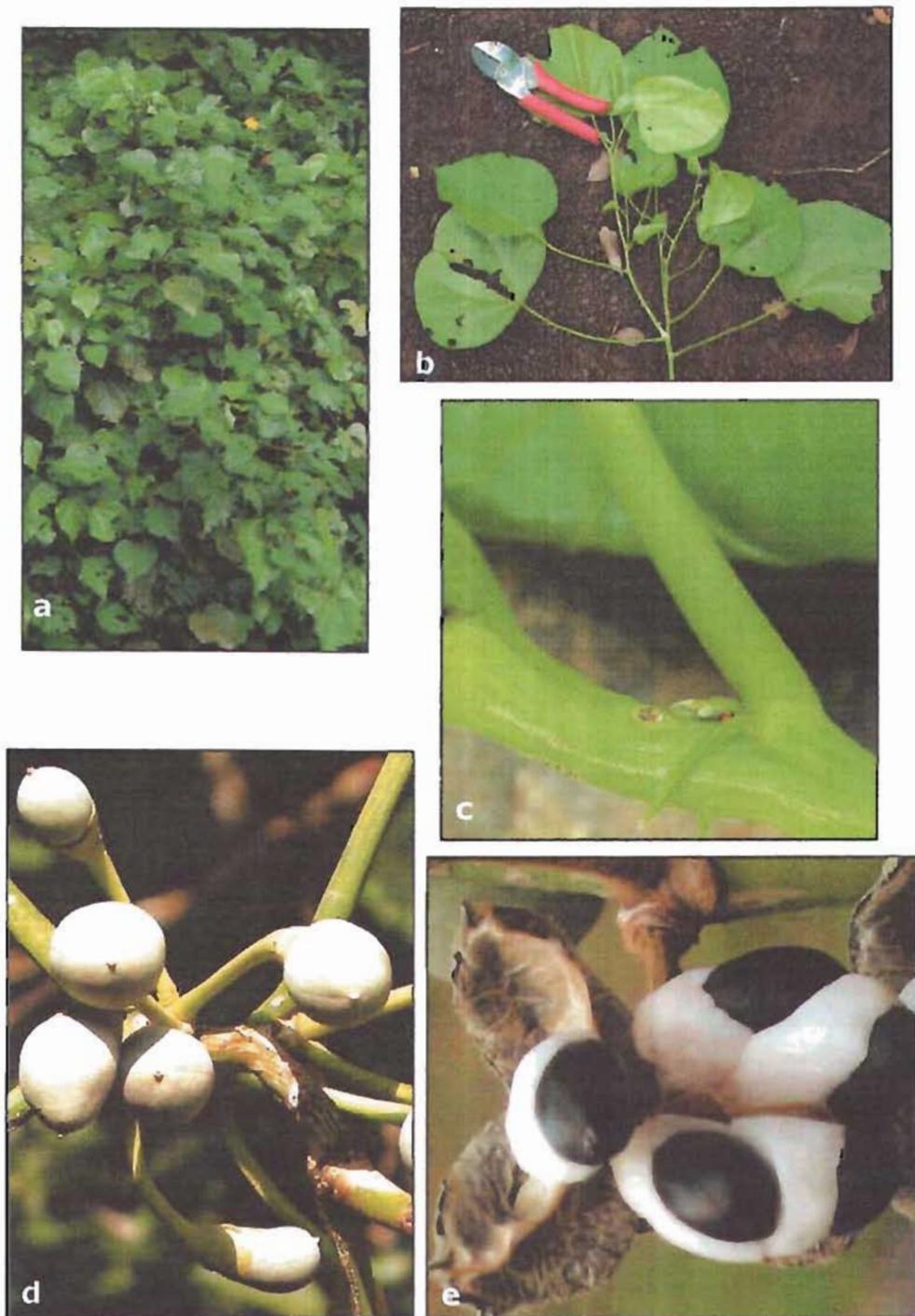


Figura 52. *Hampea nutricia* (tecolixtle) a) individuo adulto, b) hojas, c) estípulas filiformes, d) látex y e) fruto y semillas.

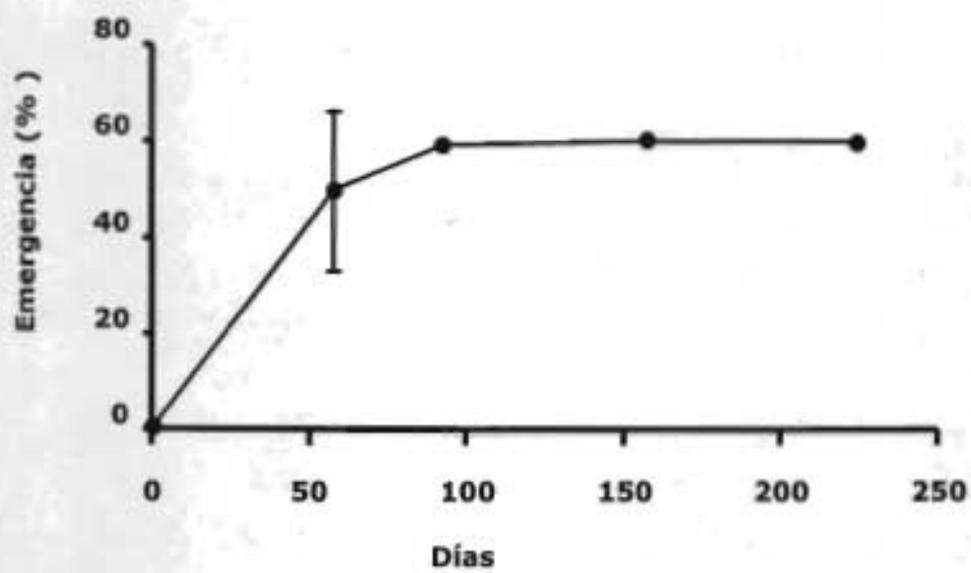


Figura 53. Porcentaje promedio de emergencia de *Hampea nutricia* (tecolixtle).

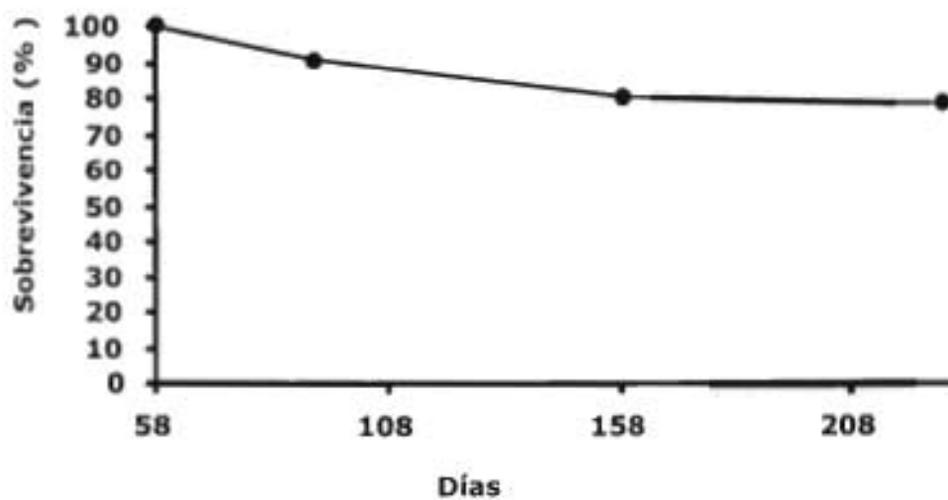


Figura 54 . Porcentaje promedio de supervivencia de *Hampea nutricia* (tecolixtle).

Nombre científico: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. **Familia:** Fabaceae

Nombre común: cocuite, cocoite (norte de Pue., Ver., y Oax.), madre de cacao (Jal., Chis.), cacahuananche (Sin., Mich., Gro., Nay., Oax.), mata rata (Mor.).

Descripción

Forma de vida: árbol de hasta 12 m de altura y d.a.p. hasta de 35 cm, ramas jóvenes en ocasiones huecas (Figura 55 a). Demandante de luz.

Tipo de hojas: dispuestas en espiral, imparipinadas de 12 a 24 cm de largo, margen entero, de color verde oscuro y brillantes en la haz, verde grisáceo en el envés, con pulvino (Figura 55 b y d).

Flores: racimos de 10 a 15 cm de largo en las axilas de las hojas caídas, papilionadas, de aroma dulce, corola glabra color lila con una mancha amarillenta en el centro, quilla de color blanco y lila en el borde (Figura 55 c).

Frutos: vainas dehiscentes aplanadas de 15 a 20 cm de largo verde amarillentas o verde limón con 4 a 10 semillas (Figura 55 d).

Semillas: casi redondas, aplanadas de 1 a 1.5 de diámetro.

Sexualidad: hermafrodita

Floración: de diciembre a abril.

Fructificación: de febrero a marzo.

Fecha de Colecta: mayo 2003 y febrero 2004.

Usos:

Sus estacas como cerca viva.

Sus flores como alimento preparadas con huevo o en dulce como mermelada conserva.

Referencias complementarias

Vázquez-Yanes et al. 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes et al. 1999): 6

- Tiene la capacidad de mejorar, con el tiempo, la calidad de los suelos degradados por su capacidad para producir materia orgánica.
- Se propagan y crecen con rapidez.
- Resiste condiciones limitantes y es muy competitiva, logra establecerse como pionera en la regeneración secundaria.
- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas en las ramas jóvenes que en ocasiones son huecas y habitadas por hormigas.
- Tiene una nula tendencia a adquirir una propagación malezoide.
- Presenta nódulos de Nitrógeno.

Desempeño (sobrevivencia)

Para las pruebas de propagación vegetativa realizadas en mayo del 2003, la sobrevivencia promedio a los 119 días fue de 84% y decae al 65% a los 150 días. Para el segundo periodo de pruebas que fue en febrero del 2004, la sobrevivencia a los 62 días es de 94% y posteriormente decae a 21% a los 111 días. (Figura 56 a y b).

Germinación: en la bibliografía se reporta que inicia de 48 a 96 horas después de la siembra y es del 81 al 93%, siendo alta y uniforme. Las semillas pueden ser escarificadas pero no requieren de tratamiento pre germinativo (Vázquez-Yanes 1999).

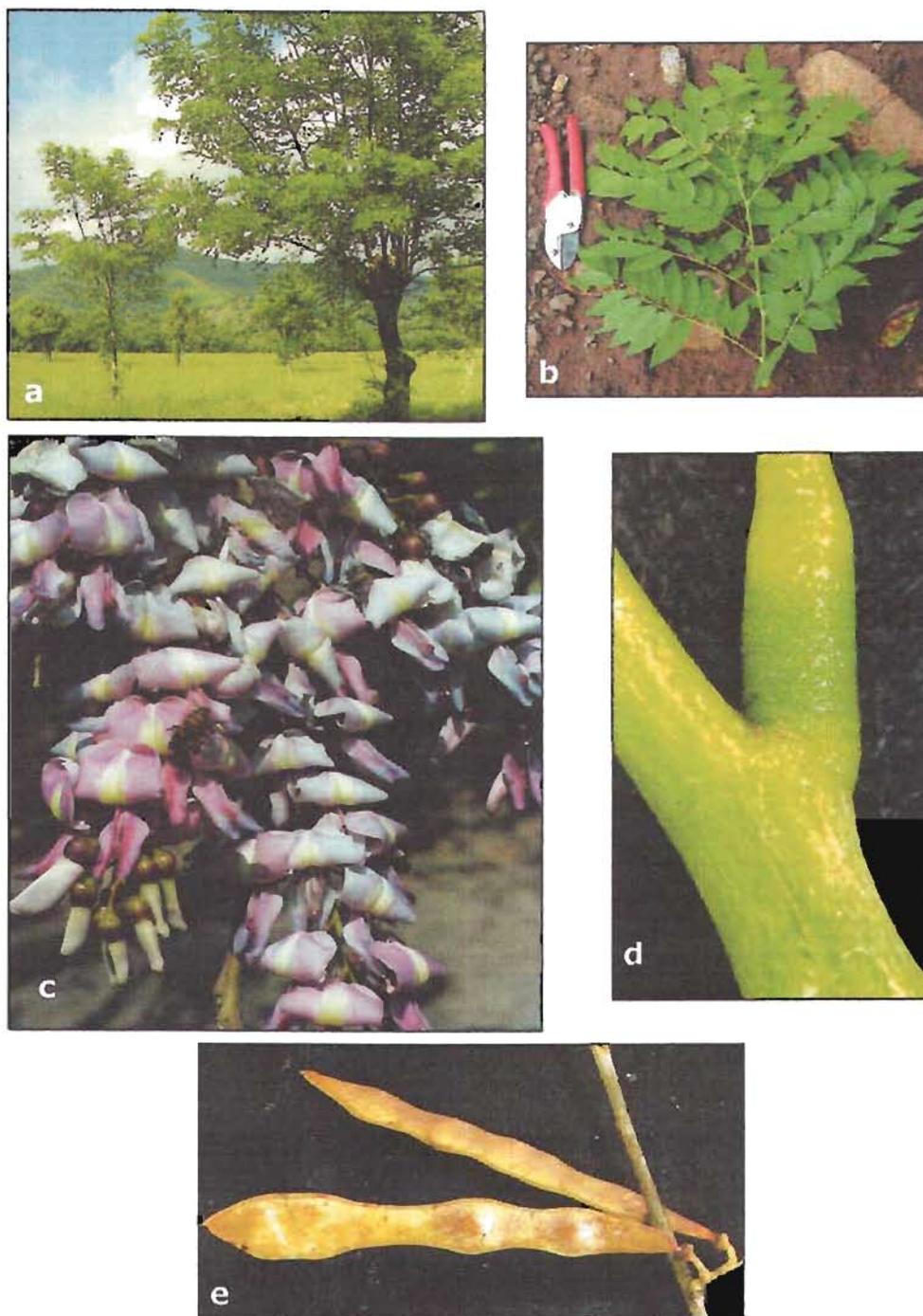


Figura 55. *Gliricidia sepium* (cocuite) a) individuos adultos en cerca viva, b) hojas, c) flores, d) pulvino y e) fruto y semillas.

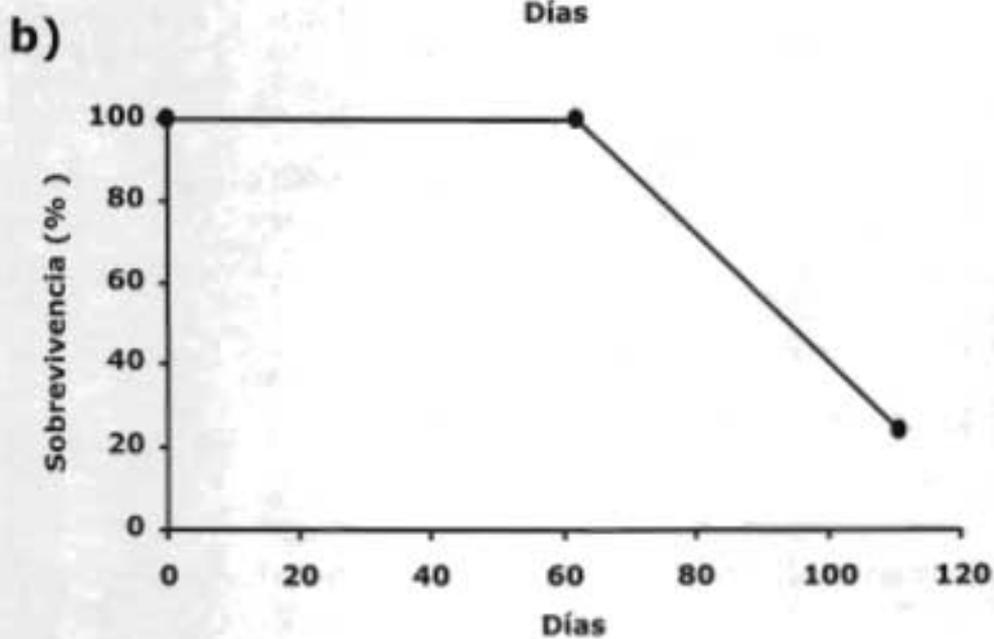
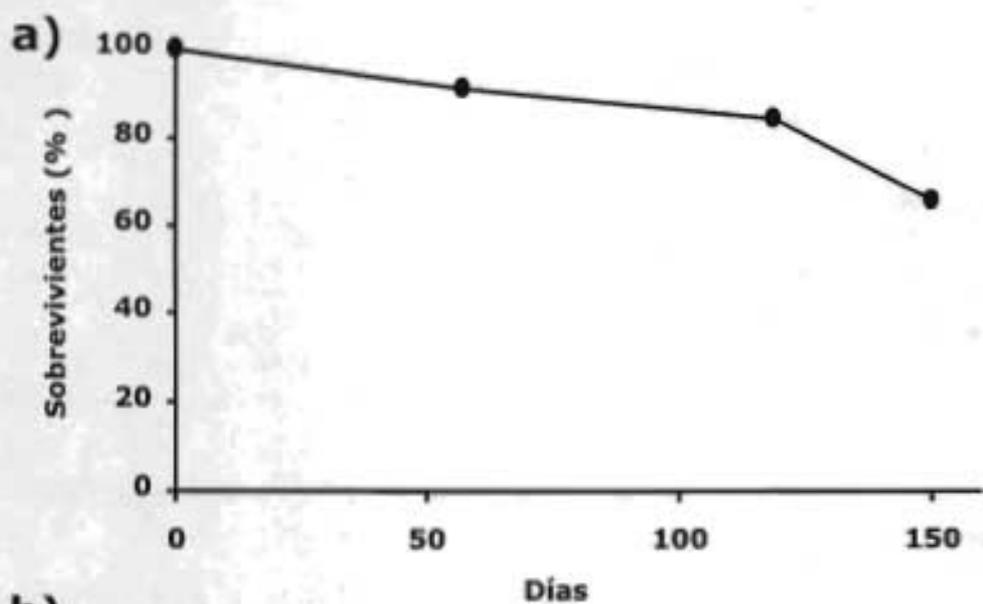


Figura 56. Porcentaje promedio de supervivencia en las estacas de *Gliricidia sepium* (coculte) colectadas en junio 2003 (a) y en febrero del 2004 (b).

Nombre científico: *Bursera simaruba* (L.) Sarg.

Familia: Burseraceae

Nombre común: palo mulato (Ver., Oax., Chis.), chacáh (Tamps., Ver., Chis., Camp.).

Descripción

Forma de vida: árbol de 20 a 35 m de altura y d.a.p. hasta de 1 m, contrafuertes insinuados en la base, corteza escamosa, rojiza, lustrosa con escamas fácilmente desprendibles, papiráceas, exudado resinoso (Figura 57 a y c). Demandante de luz.

Tipo de hojas: compuestas, imparipinadas, en espiral de 15-30 cm de largo, con exudado transparente al desprenderlo, ápice cuspidado, margen entero, haz oscuro, envés pálido, con fuerte olor a copal cuando se estrujan las hojas caducifolias (Figura 57 b).

Flores: panículas de 6-13 cm de largo, blanco amarillentas, en las partes terminales de las ramas (Figura 57 d).

Frutos: infrutescencia de 4-9 cm cápsula de 10-15 mm de largo, esférica elipsoide morena rojiza, una semilla por fruto. Infrutescencias de hasta 15 cm de largo globosa u ovoide triangular, moreno rojiza, los frutos contienen mesocarpio y endocarpio indehiscente.

Semillas: de 8-10 mm de largo, amarilla angulosa, con un arilo rojo, cápsula trivalvada, con sólo el exocarpio dehiscente de 10 15 mm.

Sexualidad: dioico o monoico.

Floración: irregular pero más probable de marzo a mayo.

Fructificación: mayo a noviembre.

Fecha de Colecta: mayo 2003 y febrero 2004.

Usos:

Madera para mangos de herramientas, como carbón, artículos torneados y palillos.

Como purgativo.

Para la fabricación de tintes.

Como expectorantes.

Como remedio para la disentería.

Cercas vivas.

La goma y hojas es medicinal para enfermedades venéreas, fiebre amarilla, su infusión contra las hemorragias de estómago.

Sus hojas y frutos machacados contra las picaduras de serpientes.

La corteza con taninos.

Referencias complementarias

González et al. 1997, Ibarra 1985 y Vázquez-Yanes et al. 1999

Criterios de selección (Vázquez-Yanes et al. 1999): 5

- Tiene la capacidad de mejorar, con el tiempo, la calidad de los suelos degradados por su capacidad para producir materia orgánica.
- Se propagan y crecen con rapidez.
- Resiste condiciones limitantes, es demandante de luz.
- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas, visitada por *Trigona*, *Apsi mellifera*, avispas y ocasionalmente *Euglossinae*; moscas y hormigas, *Ramphastus sulfuratus* (tucán), *Pitagus sulfuratus*; ardillas (*Sciurus deppei*), *Heteromys desmarestianus*.
- Tiene una nula tendencia a adquirir una propagación malezoide.

Desempeño (sobrevivencia)

Para las pruebas de propagación vegetativa realizadas en mayo del 2003 la sobrevivencia promedio a los 57 días fue de 48% y decae al 17% a los 150 días. Para el segundo periodo de pruebas que fue en febrero del 2004 la sobrevivencia a los 62 días es de 84% y posteriormente decae a 14% a los 111 días (Figura 58 a y b).

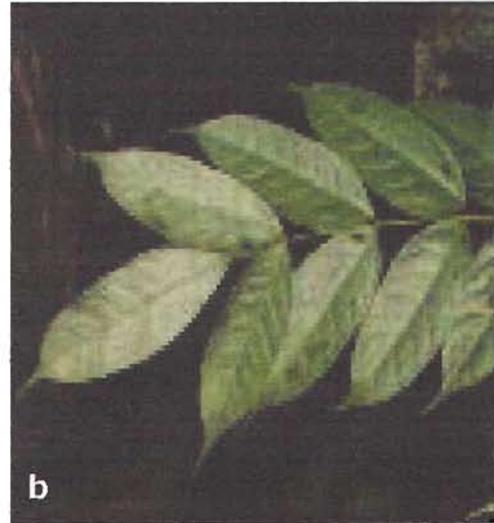
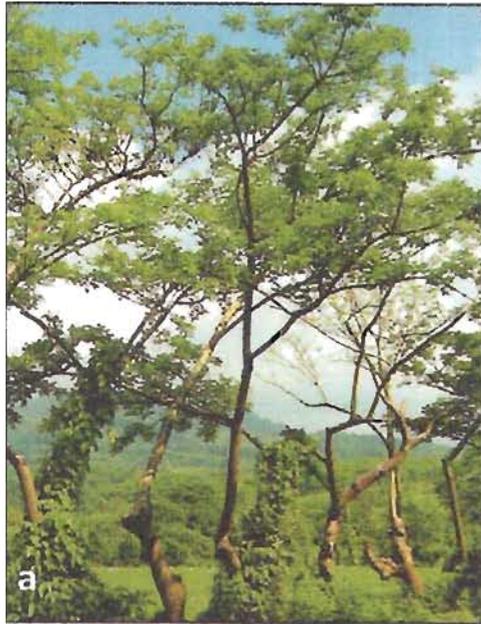


Figura 57. *Bursera simaruba* (palo mulato) a) individuos adultos en cerca viva, b) hojas, c) corteza papiracea y d) flores.

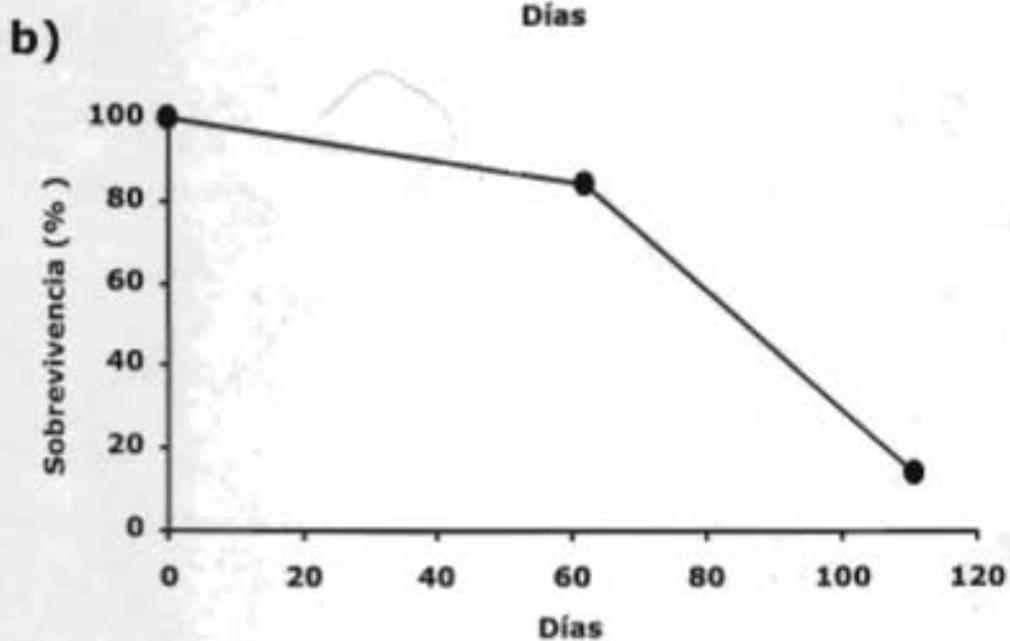
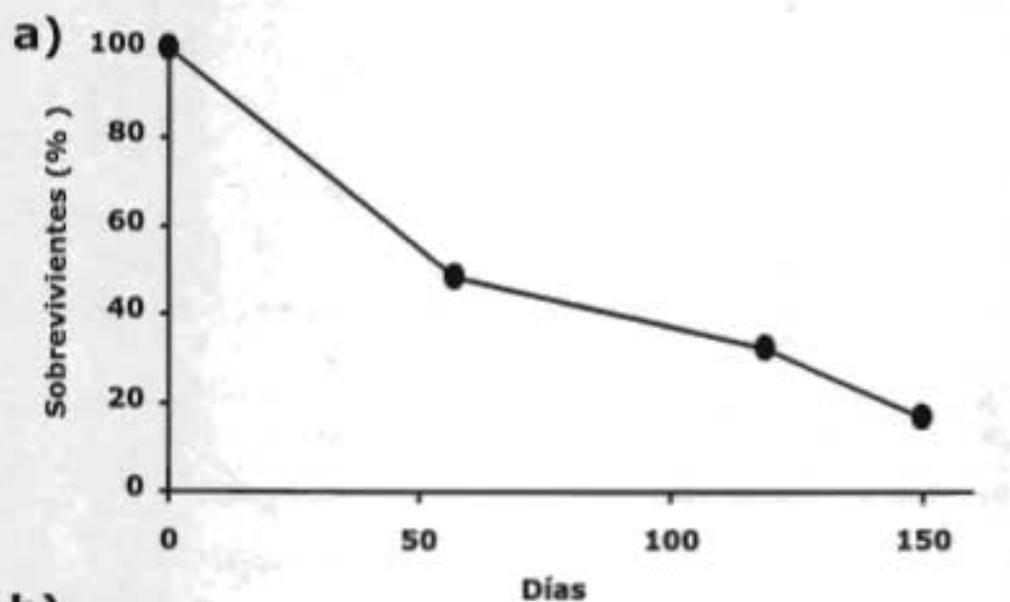


Figura 58. Porcentaje promedio de supervivencia en las estacas de *Bursera simaruba* (palo mulato) colectadas en junio 2003 (a) y en febrero del 2004 (b).

Nombre científico: *Erythrina folkersii* Krukoff y Moldenke

Familia: Fabaceae

Nombre común : coxquelite, quelite, gasparitos (Ver.), cochoquelite (Oax.), colorín (Ver.), sumpante (Oax., Ver.).

Descripción

Forma de vida: árbol de 4-8 m de altura y de d.a.p. hasta de 25 cm, sin contrafuertes, con numerosas espinas gruesas cónicas con una punta muy aguda (Figura 59 b).

Tipo de hojas: ovadas, glabras, caedizas, espirales, trifoliales de 13-50 cm. Con peciolo, margen entero, ápice agudo-redondeado, base obtusa o truncada, verde intenso en la haz, glabros. (Figura 59 a y c). Dos glándulas redondas prominentes en la base o en la intersección de los folíolos laterales. Caducifolios.

Flores: racimos densos 23-35 cm, pubescencia fina, zigomórficas 7-8 cm, pardo-rojizas, tubular o infundibuliforme (Figura 59 d).

Frutos: vainas dehiscentes de 10-15 cm. L y 1.5 a 2.2 cm. A., color rojo-moreno oscuro, de 7 a 10 semillas por fruto (Figura 59 e).

Semillas: de 1 cm de largo y 0.8 cm de ancho, rojas, lustrosas. Reniformes y péndulas en el fruto.

Sexualidad: plantas monoclinas

Floración: de diciembre a marzo.

Fructificación: junio a agosto.

Fecha de Colecta: mayo 2003 y febrero 2004.

Usos:

Para cercas Vivas (Figura 59 a).

Sus flores son comestibles preparándolas con huevo.

Referencias complementarias

Ibarra 1985, Pennington y Sarukhán 1998 y Vázquez-Yanes *et al.* 1999.

Criterios de selección (Vázquez-Yanes et al. 1999): 3

- Se propagan y crecen con rapidez.
- Tiene usos múltiples, favorece algunas interacciones ecológicas
- Presenta nódulos de Nitrógeno

Desempeño (sobrevivencia)

Para las pruebas de propagación vegetativa realizadas en mayo del 2003 la sobrevivencia promedio decae drásticamente a los 57 días siendo de 8%. Para el segundo periodo de pruebas que fue en febrero del 2004 la sobrevivencia a los 62 días es de 100% y posteriormente decae a 24% a los 111 días. (Figura 60 a y b).

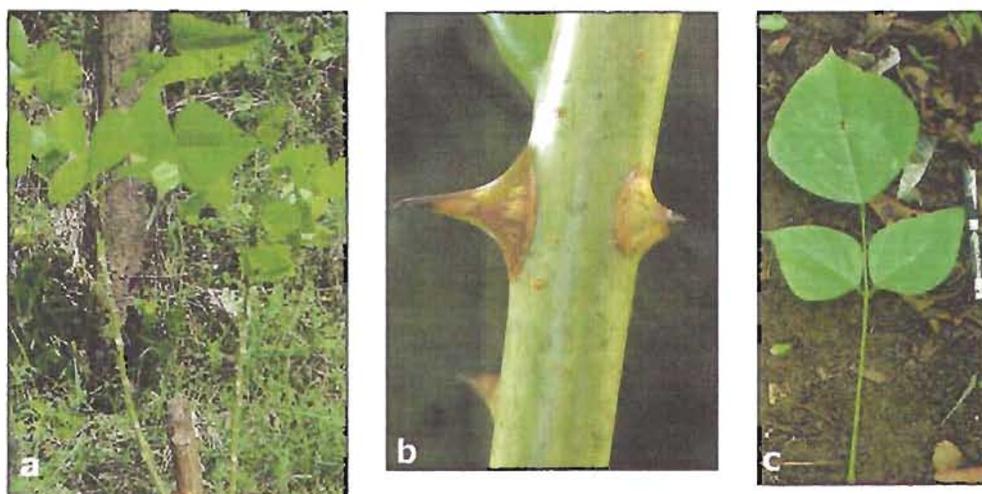


Figura 59. *Erythrina folkersi* (coxquelite) a) estaca como cerca viva, b) rama con espinas, c) hoja, d) inflorescencia y e) semillas.

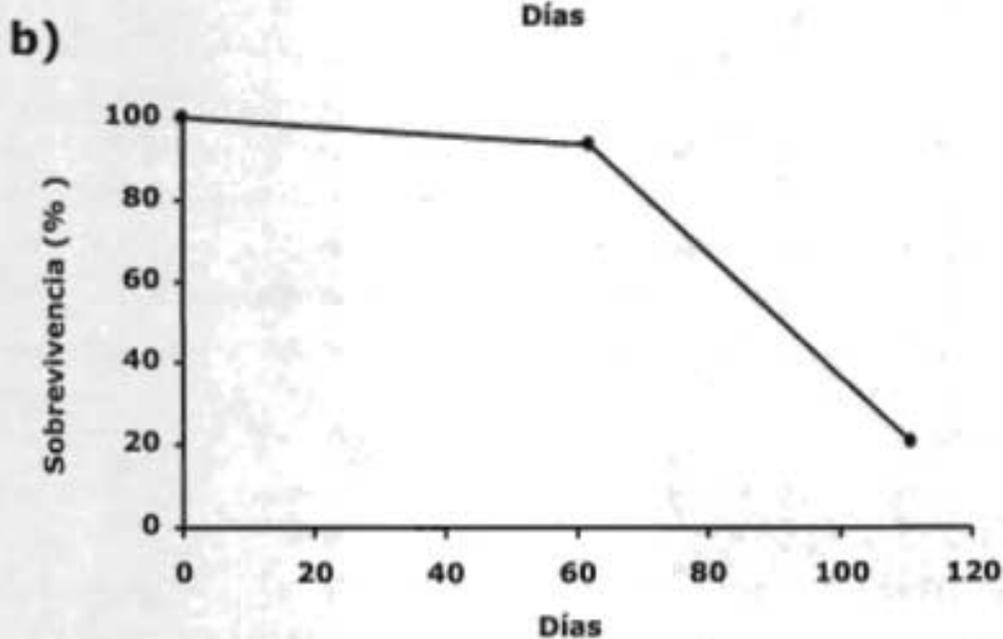
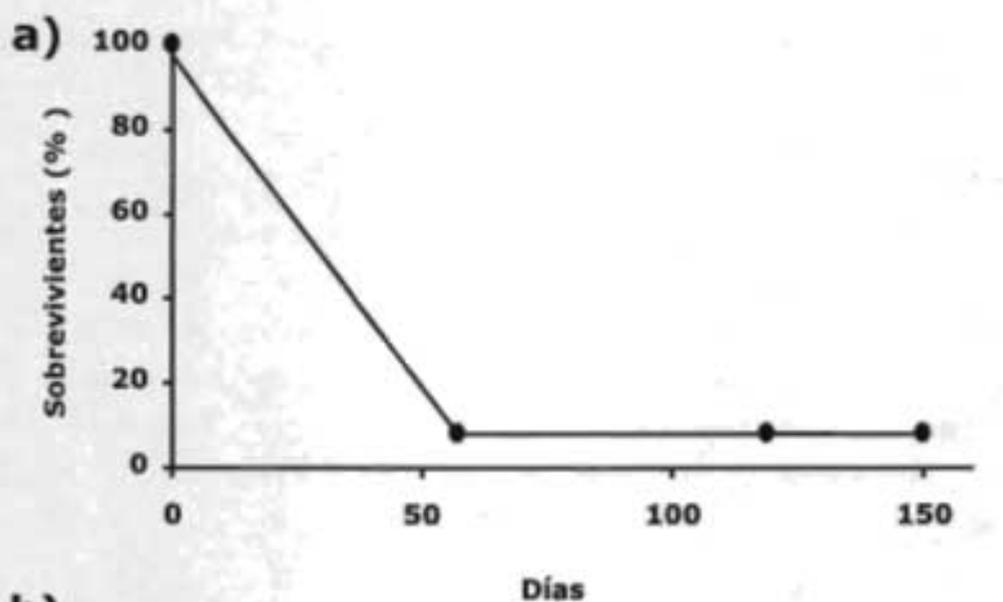


Figura 60. Porcentaje promedio de supervivencia en las estacas de *Erythrina folkersii* (coxquelite) colectadas en junio 2003 (a) y en febrero del 2004 (b).

6. Discusión

El proyecto de investigación tuvo como objetivo la búsqueda de especies con potencial para la restauración ecológica. Las especies fueron seleccionadas por medio de una serie de criterios propuestos con el fin de evaluar su potencial restaurador. Así mismo, se buscó que las especies correspondieran a las necesidades ecológicas, sociales y de disponibilidad de propágulos en la zona de Los Tuxtlas, Veracruz. La información aquí presentada tiene la riqueza de incluir datos de pruebas de germinación y propagación, realizadas en condiciones lo más semejantes posibles a las que las plantas enfrentarían si fueran sembradas en ambientes degradados de la zona. Esto permite aproximarnos a los porcentajes de éxito que nuestras plantas tendrían en condiciones naturales y nos brinda información sobre las especies que necesitarán algún tratamiento que favorezca su propagación.

Otra aportación importante del enfoque de este proyecto es la inclusión de información obtenida de los pobladores por medio de encuestas. Esta parte del trabajo fue muy útil, pues nos permitió un acercamiento con los pobladores de la zona, así como obtener información sobre los usos de las especies seleccionadas, dándonos la oportunidad de tener un panorama general del conocimiento local. Es evidente que es indispensable que todo trabajo de restauración surja de la comunidad local o al menos esté acompañado de un proceso que vincule a la comunidad de modo que el proyecto de RE vaya más lejos de las necesidades ecológicas del sitio, favoreciendo su éxito a largo plazo.

De las especies seleccionadas se evaluó su desempeño por medio de pruebas de germinación y propagación vegetativa, así como la sobrevivencia. Esta información se concentró en fichas por especie con el fin de facilitar la elección de especies vegetales para proyectos de restauración ecológica en el futuro y los resultados para las evaluaciones de germinación se encuentran concentrados en la Tabla 5.

Tabla 5. Resumen de los resultados obtenidos en las pruebas de desempeño de germinación para 14 especies de Los Tuxtlas, Veracruz. Siendo de (desviación estandar), el tiempo mínimo (t_{min}) fue de cinco meses, el tiempo máximo (t_{máx}) sólo fue evaluado en algunas especies.

	Especie	%Viabilidad	%Emergencia a los 5 meses	de	Tiempo máximo	%Emergencia al tiempo máximo	de	%Sobrevivencia t_{min}-t_{máx}	Altura 5 mes	de	Altura máx-min		
1	<i>Omphalea oleifera</i>	-	43	.34	5	-	83	-	13.8	7.8	30	4	
2	<i>Carica papaya</i>	97	57.6	2	7	57.8	3	76.9	63.5	39.3	4.6	80	10
3	<i>Cecropia obtusifolia</i>	83	51.4	4	5	-	-	63.9	-	13.2	5.3	40	5
4	<i>Ceiba pentandra</i>	-	41.6	1.5	5	-	-	88	64	17.9	.5	40	10
5	<i>Pimenta dioica</i>	90	50.2	6.6	8	52	1.5	92	88	7.4	.4	10	1
6	<i>Cordia megalantha</i>	-	33	1.3	8	39.2	.4	78.8	57.6	8.45	.7	10	6
7	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	-	54.8	3	7	55	3	82.15	77	45.5	10.3	110	5
8	<i>Piper auritum</i>	95	20.4	7.6	7	22.2	5.5	56.5	52.17	12.1	7.4	80	3
9	<i>Brosimum alicastrum</i>	79	26.4	0	10	28	0	85.18	70.3	20	1.6	30	3
10	<i>Poulsenia armata</i>	90	43.6	0	10	48.4	.33	92.2	77.25	7	0.22	10	5
11	<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>	85	12.6	15	10	37.2	1.8	94.4	94	5	.2	9	2
12	<i>Pouteria sapota</i>	95	73.4	.4	5	-	-	75	-	29	2.5	60	10
13	<i>Diospyros digyna</i>	100	12.31	5.5	5	-	-	99	.6	9	.8	12	3
14	<i>Hampea nutricia</i>	51	60	0	7	60	.1	80	79	23	4	60	10

Elección de especies

Los criterios de selección propuestos en este trabajo tratan de integrar aspectos ecológicos (faunísticos, recuperación de suelos), sociales (importancia económica, uso comunitario, etc.) y factibilidad de propagación. Las especies que obtuvimos de la selección por medio de criterios fueron utilizadas para llevar a cabo las encuestas. A cada uno de los criterios le fue asignado el valor numérico de uno y las especies fueron ordenadas según el número de criterios que cumplían. En este proyecto sólo se pretendía sistematizar un método de selección y no, necesariamente, responder a un proyecto de restauración ecológica específico que se fuera a llevar a cabo posteriormente. Sin embargo, dependiendo de las características de un sitio a restaurar se podrá asignar mayor peso a alguno de los criterios para realizar una selección de acuerdo a las necesidades de cada caso. Existen otros criterios de selección, por ejemplo, los propuestos por Martínez-Garza *et al.* 2005, en donde se evalúan las características foliares como herramienta para predecir su alto crecimiento y sobrevivencia. El objetivo es buscar especies de etapas sucesionales tardías que sean tolerantes a los ambientes de sucesión temprana, de modo que estas especies se puedan introducir artificialmente acelerando el proceso de sucesión. Otro criterio es la importancia faunística y su relación con las plantas como fuente de alimento, ya que el arribo de la fauna puede acelerar los procesos de recuperación con la dispersión de semillas de nuevas especies, activando el proceso de sucesión (Vázquez-Yanes *et al.* 1999 y Martínez-Garza *et al.* 2005) o el manejo y siembra de especies con importancia económica, medicinal, alimenticia o cultural.

Otro ejemplo es el trabajo de Gordon *et al.* 2003 en donde se proponen especies con alta prioridad de conservación según los criterios de la Unión para la Conservación Mundial (UICN). Donde se evalúa el nivel de importancia según los endemismos (estrella dorada, azul y verde, Oldsfield *et al.* 1998) y la utilidad que estas especies pueden tener para los pobladores locales con el fin de seleccionarlas para hacer restauración *circa situm* (conservar especies forestales en ambientes de agricultura). Este tipo de estrategias son muy útiles en zonas fragmentadas con alto riesgo de sufrir cambios de uso de suelo.

Las distintas estrategias de selección podrán ser herramientas para la inclusión de especies locales en los proyectos de restauración ecológica. Por lo que los trabajos que resumen la información sobre especies nativas consideradas con potencial para la restauración son muy importantes. De este tipo de enfoque tenemos ejemplos como los trabajos de Maldonado 1997, Vázquez-Yanes *et al.* 1999, Cervantes *et al.* 2001 y Guevara *et al.* 2004 tan solo por mencionar algunos.

La información generada sobre las especies locales sirve como base para poner a prueba algunas hipótesis de RE. Algunos trabajos de esta tendencia son los propuestos por: Williams-Linera 1997, Pedraza y Williams-Linera 2003 y Martínez-Garza *et al.* 2005. Este tipo de trabajos nos permiten reorientar las acciones de recuperación de ambientes degradados, ir más allá de la reforestación y encaminarlos a la restauración ecológica. Ya que con la inclusión de especies nativas no sólo se busca la recuperación de la cobertura vegetal sino también de las funciones originales de los ecosistemas. Al trabajar con las especies propias de cada sitio estamos favoreciendo la continuidad de los procesos ecológicos locales (Márquez 1999, Martínez-Garza *et al.* 2005) y disminuyendo el riesgo de perder la riqueza genética de las poblaciones nativas.

Encuestas

Las encuestas fueron realizadas con el objetivo de incluir las necesidades locales en la selección de las especies ya que ésto favorecerá la aceptación de los proyectos de restauración a largo plazo (MacMahon 1997).

En las encuestas vimos que la percepción de la degradación de la selva se encuentra relacionada con el tiempo de residencia que tienen los pobladores en la zona. Las comunidades encuestadas tienen un tiempo de residencia que oscila entre los 10-40 años y en gran parte los pobladores vienen de otras localidades. En un proyecto de RE será muy importante el trabajo comunitario pues ésto ayudará a realizar una zonificación con distintos niveles de intervención, permitiendo el diseño de estrategias adecuadas para cada sitio. En algunos casos podremos buscar la recuperación del ecosistema original, en otros tendremos que proponer combinaciones de especies de importancia ecológica con especies útiles para el hombre y en otros sitios tan sólo podremos aspirar a diseñar sistemas de

producción de bajo impacto ecológico (Vázquez-Yanes *et al.* 1999, Gordon *et al.* 2003). Sin embargo, incluso para que esta última opción funcione, es necesario establecer los mecanismos de producción y comercialización de modo que podamos ofrecer oportunidades económicamente viables que sean competitivas frente a la ganadería o al menos que se puedan proponer como una opción complementaria, ya que las dos actividades más importantes en la zona de Los Tuxtlas corresponden a la ganadería y a la agricultura para las cuales se estila desmontar al 100% los terrenos (Guevara *et al.* 2004).

En el presente trabajo la mayoría de las especies evaluadas presentan algún uso y algunas especies son multifuncionales. Con la información obtenida sobre los usos que se atribuyen a las especies hicimos un análisis de correspondencia y construimos una gráfica utilizando los eigenvalores que agrupan a las especies por su uso predominante (Figura 4). Al tener los datos organizados de esta manera se facilita la selección de las especies según la necesidad que se quiera cubrir. Por ejemplo, seleccionando a las especies maderables, para comida o las generalistas (las que se encuentran al centro de la gráfica). El número de especies agrupadas en cada uso también nos aporta información, pues entre mayor sea el número de especies por uso, más fácil se podrá sustituir una por otra (Gráfica 5). Por el contrario, si para un uso dado se reportan pocas especies o sólo una, esa especie será poco sustituible si se viera amenazada, por lo que esto también podría ser utilizado como criterio de selección de las especies.

Al detectar las necesidades de los pobladores podremos diseñar propuestas que ofrezcan soluciones cercanas a sus demandas y facilitar que los proyectos de RE tengan mayor aceptabilidad. Por ejemplo, el vivero El Maduro en Tebanca, Veracruz ha producido plántulas de 125 especies locales para la restauración de los manantiales de ocho municipios de Veracruz pero con mayor énfasis para los municipios de Catemaco y San Andrés (Proyecto de Restauración para Manantiales, PRPM). Con una buena aceptación, entre otros factores, debido a que los pobladores han tenido problemas de escasez de agua. Otro ejemplo exitoso pero con un enfoque comercial, es el establecido por La Flor de Catemaco (iniciativa privada), comercializadora de hoja de palma *Chamaedorea* sp que

produce, transporta y vende las hojas de esta palma de importancia económica, garantizando así la venta total de su producción (encargado del local *dixit.*).

Tenemos otras evidencias de trabajos que han sido favorecidos por su integración a las necesidades locales, por ejemplo: Márquez 1999, Pedraza y Williams-Linera 2003 y la propuesta para realizar el proyecto de Restauración Ecológica del Estado de Morelos realizado por el Centro de Educación Ambiental e investigación Sierra de Huautla (CEAMISH) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) en coordinación con la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA).

Pruebas de germinación

La información generada en esta sección puede ser utilizada como criterio de selección de especies para la RE, facilitando que el método de propagación sea más claro con el fin de que las especies nativas sean incluidas en los planes de trabajo de los viveros locales.

En este proyecto se utilizó como sustrato tierra de potrero con el objetivo de simular las condiciones que pudieran enfrentar las plantas en un sitio degradado, suponiendo que estas condiciones pudieran ser adversas para la propagación de las plantas. Sin embargo, se pueden probar otras estrategias con el fin de fortalecer las plántulas antes del trasplante. Por ejemplo, la siembra con tierra de selva esperando que en ella se encuentren micorrizas que puedan inocular las raíces y se facilite la formación de nódulos fijadores de nitrógeno, favoreciendo un mejor desempeño una vez que sean trasplantadas.

Para ayudar a la síntesis de los resultados de viabilidad, emergencia, supervivencia y alturas dividí las especies en pioneras y no-pioneras con el fin de buscar especies exitosas en desempeño pertenecientes a ambos grupos.

Viabilidad

La prueba de viabilidad nos permite tener un panorama general de la calidad de la cosecha y poder calcular el esfuerzo de colecta. Por ejemplo, si los porcentajes de viabilidad son altos, bastará con cosechar un número cercano a la meta que tenemos de propagación. En contraparte, si la viabilidad es baja, el esfuerzo de colecta tendrá que incrementarse para alcanzar las metas de propagación

establecidas. También es importante tomar en cuenta los resultados obtenidos en las otras variables evaluadas, ya que pueden darnos información para esta estimación.

En este trabajo no pudimos aplicar esta prueba a las semillas de: *Ceiba pentandra*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Cordia megalantha* y *Omphalea oleifera* porque todas sus semillas flotaban. Sin embargo, al realizar las disecciones no se encontró un daño aparente. Pero en otros trabajos si se ha podido aplicar exitosamente esta prueba a las semillas de *Omphalea oleifera* (A. Orozco y R. Dirzo *dixit.*).

Los porcentajes de viabilidad de las especies elegidas para este proyecto oscilan entre el 100% (*Diospyros digyna*) y 51% (*Hampea nutricia*). La media es de 86% lo cual nos dice que la mayoría de las especies presentaron altos niveles de viabilidad potencial de la semilla. Ésto nos indica una buena calidad de la cosecha y nos orientaría a pensar que tendríamos buenos resultados en las pruebas de emergencia. Otra observación es que todas las especies no-pioneras presentan buenos resultados y que basándonos en la viabilidad podrían ser propuestas como especies para la RE.

Existen otras pruebas para la evaluación de viabilidad de las semillas que son utilizadas en viveros forestales, por ejemplo, la utilización de tinción con Tetrazolio, la evaluación de la respiración del embrión por medio de un respirómetro, la evaluación con rayos X para determinar invasión por parásitos y la misma germinación (Vázquez-Yanez *et al.* 1997). Pero elegimos la prueba de flotación por la facilidad de estimar rápidamente la calidad de la semilla en campo y saber si el esfuerzo de colecta que estamos realizando es el adecuado.

Emergencia

Para algunas de las especies seleccionadas ya existen trabajos de germinación en condiciones de laboratorio bajo distintos tratamientos, sin embargo, existen pocos trabajos sobre la germinación natural bajo condiciones de suelos degradados. A pesar de que este trabajo es en vivero, las plantas fueron atendidas con cuidados mínimos como el riego ocasional y el deshierbe, con el fin de asemejar las condiciones de los sitios a restaurar.

El porcentaje de emergencia permite establecer cuánto tiempo tarda una especie en que sus semillas germinen y emerjan, así como el comportamiento de este fenómeno, por ejemplo: si es extendido en el tiempo, si presenta picos o si es un sólo pico. La media de los porcentajes de emergencia es de 42% lo cual nos indica que el número de semillas sembradas debe de ser prácticamente duplicado para llegar a metas establecidas de propagación. Sobre todo para las especies que están por debajo de la media, lo cual repercute en el esfuerzo de colecta, aunque existen especies como *Pouteria sapota* que alcanzan el 70% de emergencia.

De los gráficos por especie podemos obtener información para la calendarización de las tareas de propagación y los trasplantes, así como poder ubicar cuándo se incrementa la mortalidad como efecto de las condiciones de vivero.

El 40% de emergencia para semillas sin tratamiento pre germinativo se considera un porcentaje aceptable para trabajo en vivero, sin embargo para que el cuidado en vivero sea rentable se busca alcanzar porcentajes de emergencia superiores al 60% y cercanos al 90% (F. Camacho, Técnico CONAFOR-Morelos, *dixit.*). Es importante aclarar que los porcentajes de germinación y de emergencia aceptables varían según las especies, ya que en algunos casos es muy difícil su propagación.

Con la información de viabilidad y emergencia podemos analizar cuáles son las especies que podríamos trabajar y cuales requieren mayor atención en su manejo. Por ejemplo, *Hampea nutricia* es la especie con el menor porcentaje de viabilidad (Figura 7) y mayor porcentaje de emergencia (Figura 8), mientras que *Diospyros digyna* es el caso inverso. Por lo que el análisis por especie nos permitirá diseñar las mejores estrategias de manejo para cada una y detectar los casos en los que se deba sugerir algún tratamiento para mejorar los resultados como en el caso de *Piper auritum*, *Diospyros digyna* y *Pseudolmedia oxyphillaria* (Figura 8).

Sobrevivencia

Los porcentajes de sobrevivencia (Figura 9) se encuentran alrededor del 80% lo cual es semejante a lo reportado en otros trabajos (Carabias *et al.* 1994, Pedraza y Williams-Linera 2003, Técnico CONAFOR Chiapas *dixit.*). La mayoría de las especies que sobrepasan la media son no-pioneras y tres especies pioneras se encuentran cercanas a la media, por lo que podrían ser seleccionadas para su uso en RE. A pesar de que no se puede generalizar un porcentaje de sobrevivencia adecuado para todas las especies, podemos ver en la Figura 9 que sólo *Piper auritum* no alcanza el 60% de sobrevivencia por lo que los valores en general no son tan bajos. En la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas también se hicieron ensayos de germinación con fines de restauración ecológica. Las plantas fueron transplantadas a un potrero con exclusión de ganado y presencia y ausencia de pastos. Las especies evaluadas (*Cecropia obtusifolia*, *Erythrina folkersii*, *Hampea nutricia* y *Omphalea oleifera*) sobrevivieron un 64-88% independientemente de la presencia de pastos (Meli 2004).

Los porcentajes de sobrevivencia nos permite ubicar los tiempos adecuados de transplante los cuales se recomienda sean antes de que se incremente la mortalidad por efecto de las condiciones de vivero. Esta información se puede obtener de manera más clara de las gráficas por especie.

Altura

La evaluación de tallas nos puede orientar para decidir cuanto tiempo deben permanecer las plantas en vivero. En viveros de la CONAFOR se recomienda que las plantas sean transplantadas cuando tengan tallas entre 20 y 25 cm lo cual se calcula que sucede entre los cinco y siete meses de haber sido sembradas. Pero el tiempo en el que una planta alcanza esas tallas puede variar según la especie, por ejemplo, *Carica papaya* alcanza los 25 cm de altura en menos de cinco meses, mientras que *Piper auritum* tiene tallas de 10 cm en el mismo tiempo. Este tipo de evaluaciones permiten establecer nuevos criterios para el manejo de estas especies y seleccionar de manera adecuada las metodologías de propagación. Por ejemplo, la elección de las bolsas de propagación se relaciona con el tiempo que la planta estará en vivero y la tasas de crecimiento.

Se recomienda que los trasplantes a campo sean cuando la época de lluvias esté bien establecida, para asegurar que no sufrirán stress hídrico. Por lo tanto la información generada por la evaluación de tiempo de emergencia, la tasa de crecimiento y la proximidad de la temporada de lluvias nos ayudará para seleccionar los contenedores de propagación. Por ejemplo, *Carica papaya* alcanza su mayor porcentaje de emergencia antes de los 100 días (tres meses), la altura a los cinco meses es de 42 cm, lo cual rebasa la talla de 25 cm sugerida como óptima para el trasplante. Para este caso se puede sugerir que la siembra se realice cuatro meses antes del periodo de lluvias para que los trasplantes se realicen alrededor de los 4 meses. Para cada especie se podrá realizar este ejercicio y en algunos casos tendremos que replantear los criterios para decidir cuándo deberá ser el trasplante.

La generación de información que favorezca el conocimiento de las especies nativas ayudará a que éstas sean incluidas en los programas de recuperación de ambientes degradados. A pesar de que son variadas las estrategias de restauración, en general, se realizan introducciones de especies que aceleren la recuperación del sitio. Por lo que es importante el potencial de las especies seleccionadas para germinar, sobrevivir y crecer en dichos sitios (Martínez-Garza *et al.* 2005). Incluso esta información puede servir como un criterio de selección ya que de estos procesos depende la regeneración del sitio de trabajo.

La información obtenida por la velocidad de germinación, de crecimiento por especie y el tiempo que la planta estará en vivero nos ayudará a determinar las características de su manejo para la propagación. Al resumir los resultados obtenidos podemos tener indicadores del desempeño de las especies evaluadas que faciliten su selección en el momento de que diseñen estrategias de intervención. Es importante recordar que según las condiciones y necesidades de cada sitio se deberán seleccionar los criterios más importantes. Sin embargo, de manera general podríamos hacer el ejercicio de enlistar las especies con mejores resultados en las variables de desempeño que evaluamos. De las especies pioneras con mejores resultados en desempeño tenemos a *Carica papaya*, *Cecropia obtusifolia*, *Heliocarpus appendiculatus* y *Hampea nutricia*. De las

especies no-pioneras tenemos a *Brosimum alicastrum*, *Poulsenia armata* y *Pouteria sapota*. Estas seis especies podrían ser seleccionadas si nos basáramos solamente en los datos de desempeño, pero podemos afinar la selección incluyendo el número de criterios que cumplen y los usos que se les atribuyen. Analizando toda la información en conjunto tal vez se puedan incluir especies que no hayan sido tan exitosas en desempeño pero presenten un uso muy apreciado o tenga un valor muy alto para los criterios de selección. Por ejemplo, *Omphalea oleifera* presenta valores aceptables de emergencia y supervivencia, pero tallas muy bajas. Sin embargo, cumple con cinco criterios de selección y presenta importancia faunística, sin ser una especie que destaque por su desempeño podría ser seleccionada. En el caso de *Carica papaya*, prácticamente cumple con todos los requisitos y que presenta valores altos en las pruebas de desempeño, cinco criterios de selección y es una especie multifuncional. Por lo que podría ser una excelente opción para ser incluida en un programa de restauración.

Pruebas de propagación vegetativa

La utilización de la propagación vegetativa nos ofrece la posibilidad de producir en menor tiempo individuos de tallas mayores que las que se podrían generar a partir de semilla. Algunas especies tienen el potencial de propagarse por medio de estaca de manera natural, otras pueden ser inducidas por medio de auxinas u hormonas vegetales (Vázquez-Yanes *et al.* 1997). La propagación vegetativa tiene la ventaja de permitirnos producir individuos a partir de otros, lo cual nos ayuda a no depender de la disponibilidad de semillas y producir nuevos individuos ya con la madurez para florecer y fructificar. Esta estrategia es muy útil cuando necesitamos generar una cobertura vegetal de manera rápida. Pero no siempre podrá ser aplicada pues el éxito de enraizamiento de las estacas puede depender de la calidad y dureza del suelo. Otro factor que se debe de cuidar es la fuente de donde obtenemos las estacas pues al estar formando clones debemos procurar usar varios individuos para tener variabilidad genética.

Las pruebas de propagación vegetativa fueron realizadas en dos fechas: mayo 2003 y febrero 2005. Las medias de sobrevivencia de las estacas a los 60 días para ambos tiempos fueron contrastantes de 49% a 92% (Figura 11) respectivamente. Estas diferencias pueden ser atribuidas a la cercanía con la

época de lluvias, ya que los individuos que tuvieron mayor tiempo para establecerse (formar raíces) alcanzaron mejores porcentajes de sobrevivencia. Para el primer tiempo evaluado la sobrevivencia empieza a decaer prácticamente desde el principio de la siembra y a los 150 días la media general es de 30%. Mientras que para las sembradas en febrero 2005 la sobrevivencia decae a partir de los 60 días hasta llegar 19% a los 111 días. Esto sugiere que la mortalidad puede estar asociada al tamaño del contenedor que puede dificultar el desarrollo de la estructura radicular.

Sin embargo, es importante observar que la sobrevivencia por especie fue diferencial. Por ejemplo, para ambas etapas a los 60 días *Gliricidia sepium* presenta una supervivencia de 91% y 94%, *Bursera simaruba* de 48% y 84%., mientras que *Erythrina folkersii* tan sólo de 8% y 24%. Para todas las especies la sobrevivencia es mejor en la segunda siembra, pero sólo para *Gliricidia sepium* la diferencia entre ambos tiempos es mínima, es posible que las otras dos especies evaluadas sean más susceptibles a la humedad.

La técnica de producción de estacas como estrategia de restauración ecológica ha sido utilizada en áreas alteradas por actividades agropecuarias en la Reserva de la Biosfera de Montes Azules (REBIMA). En un análisis en noviembre del 2005 con el equipo de restauración de la CONANP que trabaja en esta zona, se observó que la supervivencia de las estacas sembradas directamente en el terreno está favorecida por el tiempo de descanso que se da entre el corte y la siembra. La sobrevivencia debida al tamaño de las estacas y a su diámetro no se aprecia con observaciones personales, pero sí la asociada al tipo de corte. Las estacas con corte sesgado en la parte superior sufren menor frecuencia de putrefacción con el inicio de las lluvias. Entre las observaciones importantes se detectó que algunas especies prenden o sobreviven más fácilmente que otras. Por ejemplo, *Bursera simaruba* prende con facilidad pero es muy sensible a la humedad y en la mayoría de los casos se pudre al iniciar las lluvias.

En la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas también se hicieron ensayos de propagación vegetativa en un potrero con exclusión de ganado y con presencia y ausencia de pastos. Los porcentajes de sobrevivencia para *Bursera simaruba* fueron del 2% y para *Gliricidia sepium* del 19% siendo afectados en ambos casos por la presencia de pastos (Meli 2004).

El tamaño adecuado de la estaca dependerá del sitio a restaurar ya que para facilitar su supervivencia la estaca debe rebasar el tamaño de la vegetación circundante. Pero para la producción de estacas en vivero el tamaño debe ser el mínimo viable pues se debe tomar en cuenta el espacio que ocuparán y la factibilidad de su transporte y transplante posterior. Las estacas de este proyecto fueron de 60 cm aproximadamente pero en campo las estacas son utilizadas como cercas vivas para linderos y alcanzan los 2.5 m de longitud. La preparación de las estacas consistió en dejarlas descansar por cuatro días, hacer corte sesgado en la parte superior y en punta en la inferior. El corte sesgado en la parte superior evita la putrefacción y en punta en la inferior ayuda a la siembra. Es importante no utilizar la estaca como herramienta para hacer el hoyo de siembra pues se puede generar algún daño en la misma.

La producción de plantas en vivero ya sea por germinación o por propagación vegetativa tiene la limitante de que puede disminuir la supervivencia como efecto del transplante. Por lo que la siembra directa en el sitio a restaurar casi siempre será lo más recomendable. Sin embargo, en el vivero es más fácil dar seguimiento y cuidado a las plantas. Una vez que se lleva a cabo el transplante, por lo general, los cuidados serán mínimos y sólo consistirán en riego y deshierbe ocasional.

7. Conclusión

Este proyecto concentra información que puede facilitar la selección de especies con potencial para la restauración ecológica (RE). Presenta datos bibliográficos, información local y una evaluación de los potenciales de propagación de un grupo de especies seleccionadas. La información generada puede ser de utilidad cuando se tengan que tomar decisiones para implementar un proyecto de restauración para los Tuxtlas, Veracruz. Los trabajos de propagación fueron realizados en condiciones semejantes a las locales, de modo que se facilite la ambientación de los individuos antes del trasplante a sitios de restauración.

Los resultados que se obtuvieron en la evaluación de viabilidad de las semillas presentan una media de 86% y nos pueden orientar para estimar el esfuerzo de colecta que se debe realizar para alcanzar las metas establecidas de producción en vivero.

La evaluación de los porcentajes de emergencia a lo largo del tiempo nos orienta para conocer cómo se comporta la germinación y saber los tiempos máximos de emergencia. La media es de 42% y con esta información podemos planear las tareas de propagación.

La media de supervivencia es de 82% y con la información obtenida por especies a lo largo del tiempo se pueden construir gráficas que nos orientan para la planeación de los tiempos máximos de residencia en el vivero. Las especies deben ser movilizadas antes de que se incremente la mortalidad por efecto de las condiciones del vivero.

Las tallas en altura nos pueden ayudar para planear los trasplantes de las especies y para establecer nuevos criterios de tallas para las plantas que presentan tasas de crecimiento muy altas o muy bajas.

Las especies propagadas vegetativamente tuvieron una media a los 60 días de 49% (siembra mayo 2003) y 92% (siembra febrero 2005), siendo la especie más exitosa para ambos periodos *Gliricidia sepium*.

El análisis de la información generada por las pruebas de desempeño por germinación puede ser realizado de manera general o por especie, arrojando información valiosa desde los dos acercamientos. Las especies pioneras con mejores valores de desempeño para este trabajo fueron *Carica papaya*, *Cecropia*

obtusifolia, *Heliocarpus appendiculatus* y *Hampea nutricia*; y de las no-pioneras *Brosimum alicastrum*, *Poulsenia armata* y *Pouteria sapota*. El éxito semejante en las pruebas de desempeño para especies pioneras y no-pioneras nos puede ayudar en la selección de especies de distintas etapas sucesionales para los proyectos de restauración.

Esta información es indispensable para el planteamiento de estrategias de RE y puede ser utilizada como criterio de selección. A pesar de que las estrategias de RE deben ser diseñadas para cada sitio y buscando responder a las necesidades locales, la experiencia generada por este tipo de trabajos sirve para plantear lineamientos generales.

Es importante establecer proyectos de investigación con estrategias dinámicas y que tomen en cuenta la naturaleza cambiante del medio ambiente (Hobbs y Norton 1995), así como la posibilidad de adaptarse a distintas situaciones de los sitios a restaurar.

Los proyectos de investigación sobre RE pueden tener mayor aplicabilidad si son realizados dentro de las comunidades que requieren este tipo de intervenciones, ya que se lograría abordar las problemáticas locales desde el diseño de las propuestas.

8. Glosario (Moreno 1984)

- Ápice:** la punta o extremo de una hoja o folíolo y puede ser cuspidado, obtuso etc.
- Aracnoide:** con pelos muy largos y finos, entrecruzados como los de una telaraña.
- Axila:** fondo del ángulo superior que forma una estructura (hoja, rama, etc.) con el eje caulinar en que se inserta.
- Bráctea:** hoja modificada, presente en la inflorescencia puede tener forma de espada o espatiforme.
- Cimosa:** con aspecto de una cima, bien definida.
- Contrafuerte:** proyección o raíz de soporte muy desarrollada en la base de la porción aérea del tallo.
- Cordada:** con los lóbulos redondeados en forma de corazón, divididos por un seno más o menos profundo.
- Coriáceas:** con la consistencia del cuero.
- Cotiledón:** primera hoja de un embrión.
- Dioico:** todas las flores imperfectas, las flores masculinas y las flores femeninas en diferentes individuos.
- Epígea:** semilla que al germinar desentierra los cotiledones.
- Emergente:** que tiene parte aérea y otra sumergida en la tierra.
- Endémico:** confinado en su distribución a una región geográfica específica.
- Endocarpo:** capa interna del pericarpo.
- Endospermo:** tejido de reserva de la semilla, formado como consecuencia de la fertilización de los núcleos polares.
- Envés:** superficie inferior o abacial de la lámina foliar.
- Estaminado:** o masculino se refiere al individuo que sólo tiene flores masculinas.
- Estípulas:** par de escamas, espinas, glándulas u otras estructuras en la base del pecíolo.
- Exótico:** que no es nativa de la región en la cual se encuentra; su presencia se debe a la influencia del hombre.
- Flor actinomorfa:** con simetría radial
- Flor estaminadas o masculinas:** unisexual con androceo.
- Flor monóclina o perfecta o bisexual:** Flor con androceo (conjunto de órganos masculinos) y gineceo (conjunto de órganos femeninos de la flor).
- Flor pistilada o femenina:** unisexual con gineceo.
- Flor:** estructura reproductiva de las angiospermas; consiste por lo menos de un carpelo y/o estambre que frecuentemente están rodeados por hojas modificadas.
- Folíolo:** segmento individual de una hoja compuesta.
- Fruto baya:** simple, carnoso, con pericarpo succulento y las semillas sumergidas en la pulpa.
- Fruto cápsula:** simple, seco indehiscente, derivado de un ovario con dos o más carpelos.
- Fruto drupa:** simple, carnoso, con el endocarpo endurecido a modo de hueso.
- Fruto en aquenio:** fruto simple, seco, indehiscente, monocarpo, derivado de un ovario súpero, unilocular; la única semilla unida a la pared del fruto en un sólo sitio.

Fruto vaina: simple, seco, dehiscente, derivado de un sólo carpelo que se abre a lo largo de dos suturas, característico de la familia Fabaceae.

Glabras: lampiño, sin ningún tipo de indumento.

Haz: superficie superior o adaxial de la lámina.

Herbáceo: con poco tejido leñoso generalmente de baja estatura.

Hermafroditas: que tienen ambos sexos.

Hoja palmada: con todos los foliíolos originándose en un sólo punto.

Hojas compuesta: hoja dividida en dos o más foliolos.

Hojas decusadas: colocadas en pares de rotación a 90 grados.

Hojas digitadas: en forma de dedos.

Hojas imparipinadas: con las partes colocadas a los dos lados de un eje prolongado como las barbas de una pluma.

Hojas ovadas: en forma de huevo.

Hojas simple: que no está dividida en foliolos.

Inflorescencia en cabezuela: o capítulo, flores densas, sésiles o subsésiles, sobre un receptáculo compuesto.

Inflorescencia en espiga: indefinida, simple con las flores sésiles sobre un eje prolongado.

Inflorescencia en panícula: racimo de ramificaciones también racemosas, describe cualquier inflorescencia muy ramificada.

Inflorescencia espadice: indefinida, con las flores sobre un caquis carnoso, generalmente rodeado por una bráctea especializada, la espata.

Inflorescencia: agrupación de flores.

Lámina o limbo: porción expandida y aplanada de la hoja.

Lenticela: Poro ovalado en la corteza que corresponde a un estoma.

Maleza: planta silvestre que invade campos de cultivo o que vive a las orillas de caminos.

Margen aserrado: con dientes agudos dirigidos hacia el ápice.

Margen entero: sin ningún tipo de diente o entrada marginal.

Margen: orilla de la lámina foliar.

Micorriza: asociación simbiótica de la epidermis y la corteza radical con hongos del suelo.

Monoico: todas las flores imperfectas (unisexuales), las flores masculinas y femeninas presentes en el mismo individuo.

Nativo: que crece en una región sin haber sido introducido o propagado por el hombre.

Neotropical: que se distribuye en regiones tropicales del Nuevo mundo.

Oblongo: más largo que ancho, de forma más o menos rectangular.

Pantropical: que se distribuyen en las regiones tropicales del mundo.

Pecíolo: sostén de la lámina de la hoja o el eje principal de un ahoja compuesta.

Peltada: con el pecíolo unido a la porción más central de la lámina.

Perennifolias: que permanecen siempre verdes.

Pericarpio: la cubierta del fruto que corresponde a la hoja carpelar, consiste del exocarpo (capa externa del pericarpio), mericarpo (fragmento de un fruto esquizocárpico, segmentos parecidos a frutos individuales en que se divide un fruto al madurar) y el endocarpo.

Piriformes: con forma de pera.

Pistilado: o femenino se refiere al individuo con flores femeninas unicamente.

Pubescente: con presencia de tricomas, pelos largos, delgados y rectos.

Pulvino: base agrandada de un pecíolo o peciolulo.

Radícula: extremo inferior del eje embrionario, corresponde al sistema radical.

Relicto: dicese de una especie que persiste , aunque en forma limitada, después de haberse cambiado a través de los años el tipo de vegetación en el sitio donde habita.

Sarcotesta: testa carnosa.

Semilla: óvulo maduro

Silvestre: que crece espontáneamente sin cultivo.

Testa: capa exterior de la semilla

9. Apéndices

Apéndice 1. Carta del Municipio de San Andrés por el apoyo en la reforestación de sus manantiales.



Honorable Ayuntamiento Constitucional
San Andrés Tuxtla, Ver.
2001 - 2004

**SRITA. PATRICIA VALENTINA CARRASCO CARBALLIDO
PRESENTE:**

La Comisión de Ecología y Medio Ambiente de este H. Ayuntamiento Constitucional, le agradece y reconoce los servicios prestados y su destacada participación, en la reforestación de los manantiales de agua que abastece a la ciudad de San Andrés Tuxtla, Veracruz.

SAN ANDRÉS TUXTLA, VER., A 04 DE NOVIEMBRE DE 2004.
LA COMISIÓN DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE


PROFR. MANUEL LÓPEZ VELA
REGIDOR TERCERO




C. GUILLERMO PAYAYO TEXNA
REGIDOR NOVENO

EL AYUNTAMIENTO
CONSTITUCIONAL
SAN ANDRÉS TUXTLA, VER.
2001 - 2004
SECRETARÍA MUNICIPAL
EL SECRETARIO DEL AYUNTAMIENTO

LIC. FERNANDO CÁRDENAS OLIVEROS.

C.C.P. INSTITUTO DE ECOLOGÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. PARA SU
CONOCIMIENTO. MÉXICO, D. F.

Palacio Municipal, Madero N° 1 Altos
Tels. (01 294) 94 79300
E-mail MpioSAT@prodigy.net.mx

Pulvino: base agrandada de un pecíolo o peciolulo.

Radícula: extremo inferior del eje embrionario, corresponde al sistema radical.

Relicto: dicese de una especie que persiste , aunque en forma limitada, después de haberse cambiado a través de los años el tipo de vegetación en el sitio donde habita.

Sarcotesta: testa carnosa.

Semilla: óvulo maduro

Silvestre: que crece espontáneamente sin cultivo.

Testa: capa exterior de la semilla

Apéndice 2. Frecuencia de uso (en porcentaje) de las especies utilizadas en las encuestas de los pobladores locales en Los Tuxtlas, Veracruz.

Especie	Comida	Madera	Cerca	Leña	Fauna	Medicinal	Otros
1 <i>Omphalea</i>							
<i>oleifera</i>	2	1	10	0	7	0	0
2 <i>Carica papaya</i>	83	0	0	0	0	0	12
3 <i>Cecropia</i>							
<i>obtusifolia</i>	7	1	2	0	3	36	14
4 <i>Cedrela odorata</i>	0	52	0	0	0	0	7
5 <i>Ceiba pentandra</i>	5	39	2	0	2	0	27
6 <i>Tabebuia</i>							
<i>guayacan</i>	0	0	0	0	0	0	8
7 <i>Calophyllum</i>							
<i>brasiliense</i>	0	7	0	0	0	0	2
8 <i>Nectandra</i>							
<i>ambigens</i>	2	45	2	0	5	0	12
9 <i>Senna multijuga</i>	2	4	0	36	5	0	8
10 <i>Pouteria sapota</i>	93	22	0	0	0	0	10
11 <i>Gliricidia sepium</i>	15	6	93	10	14	0	19
12 <i>Bursera simaruba</i>	0	3	78	0	0	27	5
13 <i>Coccoloba</i>							
<i>barbadensis</i>	7	3	0	34	7	0	10
14 <i>Albizia purpusii</i>	2	0	0	0	0	0	2
15 <i>Muntingia</i>							
<i>calabura</i>	44	1	0	7	8	0	0
16 <i>Pimenta dioica</i>	61	1	0	3	0	0	46
17 <i>Heliocarpus</i>							
<i>appendiculatus</i>	3	8	10	0	0	0	10
18 <i>Brosimum</i>							
<i>alicastrum</i>	5	30	0	7	8	0	8
19 <i>Erythrina folkersii</i>	14	1	90	5	2	0	20
20 <i>Piper auritum</i>	95	0	0	0	0	0	8
21 <i>Hampea nutricia</i>	3	2	0	0	0	0	17
22 <i>Diospyros digyna</i>	68	3	0	5	0	0	8

Bibliografía citada

- Arriaga, C. L., J. M. Espinoza-Rodríguez, C. Aguilar, -Zúñiga, E. Martínez-Romero, L. Gómez-Mendoza y E. L. Loza. 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. CONABIO. México. xpp
- Attiwill, P. M. 1994. The disturbance of forest ecosystems: The ecological basis for conservative management. *Forest Ecology and Management* 63: 247-300.
- Barrera-Bassols, N.1992. El impacto ecológico y socioeconómico de la ganadería bovina en Veracruz. En: E. Boege y H. Rodríguez (Edrs.). *Desarrollo y medio ambiente en Veracruz*, CIESAS-Golfo, Instituto de Ecología A. C., Fundación Friesrich Ebert, Xalapa, Veracruz, pp. 79-114.
- Bradshaw, A. D. 1987. Restoration: An acid test for ecology. En: Jordan III, M. E. Gilpin y J. D. Aber (eds.) *Restoration Ecology: A synthetic approach to ecological research*. Cambridge University Press. New York, N. Y. pp 23-9.
- Bradshaw, A. D. 1997. What do we mean by restoration? En: K. M. Urbanska, N. R. Webb y P. J. Edwards (Eds.) *Restoration Ecology en Sustainable development* 8-14. Cambridge; University Press.
- Brañes, R. 2000. *Manual de Derecho Ambiental Mexicano*. México: Fondo de Cultura Económica. pp
- Carabias J. L., G. G. Dávila y J. L. L. Samaniego. Eficiencia en los recursos: un desafío para el Siglo XXI. [en línea]: México. 2000. INE-SEMARNAP. 1999. *Gaceta Ecológica*. Núm.53. Actualización: 30/05/2002. [fecha de consulta Dic 2004]. Disponible en: (<http://www.ine.gob.mx>). ISBN: 1405-2849
- Carabias, J., E. Provencio y C. Toledo. 1994. *Manejo de recursos naturales y pobreza rural*. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México. pp
- Cervantes G. V., G. M. López, N. N. Salas y Hernández C. G. 2001. *Técnicas para propagar especies nativas de selva baja caducifolia y Criterios para establecer áreas de reforestación*. Facultad de Ciencias de la UNAM. pp. 174.

- Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los Ecosistemas terrestre de México*. Pasado, presente y futuro. CONABIO, Instituto de Ecología y Sierra Madre. México. Pp. 847.
- CONABIO. 1998. *La diversidad biológica de México: estudio de país*. CONABIO. México. Pp. 341.
- CONANP. 2005. *Comisión Nacional de áreas naturales protegidas*. [en línea]: México. 2005. Fecha de actualización: 28 julio 2005. [Fecha de consulta: septiembre 2005]. Disponible en: (<http://www.conanp.gob.mx/anp/anp.php>.)
- De la Vega, A. R. 2005. *El papel de los árboles de cítricos sobre la dispersión de semillas en potreros tropicales: implicaciones para la restauración ecológica de Los Tuxtlas, Veracruz, México*. Tesis de Maestría Instituto de Ecología de la UNAM. México.
- Diccionario Enciclopédico 2001. Edición del milenio. Ed. MMI OCÉANO Grupo editorial, S. A. pp.1396. ISBN 84-494-1548-9. Barcelona, España.
- Dirzo R. 1991. Rescate y restauración de la selva de Los Tuxtlas. *Ciencia y Desarrollo*. 17: 33-45.
- Dirzo R. y A. Miranda 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. En: P.W. Price et al. (Edrs.). *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. J. Wiley, New York, pp. 273-287.
- Dirzo R. y M.C. García.1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast Mexico. *Conservation Biology*. 6:84-90
- Douglas, M. 1996. *Risk and Blame. Essays in Cultural Theory*. Londres y Nueva York: Routledge.
- Escalante S. R. y F. Aroche. 2000. *El sector forestal mexicano: paradojas de la explotación de un recurso natural*. Facultad de economía. UNAM. México. Pp. 222.
- Ewel J. J.1987. Restoration is the ultimate test of ecological theory. En: Jordan III, W. R., M. E. Gilpin y J. D. Aber (Eds.) *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press, New York. Pp. 32-33

- Fernández. D. A. 1999. *Estructura y etnobotánica de la selva alta perennifolia de Naha, Chiapas*. Tesis doctoral. UNAM.
- Forman, R. y M. Gordon. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- French H. La protección del ambiente en la era de la globalización [en línea]: México. 2000. INE-SEMARNAP. 1999. *Gaceta Ecológica*. Núm.53. Actualización: 30/05/2002. [fecha de consulta Dic 2004]. Disponible en: (<http://www.ine.gob.mx>). ISBN: 1405-2849
- García X. 2002. *Efectos del ácido indolbutírico y de la estratificación en la formación de callos y de raíces en estacas de Bursera simaruba (L.) Sarg., Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp. Y Omphalea oleifera Hemsl., tres especies potencialmente útiles para la restauración ecológica*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México.
- Gómez-Pompa A., y S. del Amo. 1985. *Investigaciones sobre regeneración de selvas*. Vol. II Ed. Alambra. México, D.F.
- González E., R. Dirzo y R.C. Vogt. 1997. *Historia Natural de los Tuxtlas*. UNAM. México. Pp. 647.
- González-Iturbe J. A., I. Olmsted y F. Tun-Dzul. 2002. Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management* 167: 67-82.
- Gordon E. J., A. J. Barrance y Schreckenberg K. 2003. Are rare species useful species? Obstacles to the conservation of tree diversity in the dry forest zone agroecosystems of Mesoamerica. *Global Ecology & Biogeography*. 12:13-19.
- Guevara S. A.E. 2003. *Pobreza y medio ambiente en México: Teoría y evaluación de una política pública*. (Ed.) Universidad Iberoamericana, Instituto Nacional de Ecología y Instituto Nacional de Administración Pública. México. Pp. 214.
- Guevara S., J. Laborde D. y G. Sánchez-Ríos. 2004. *Los Tuxtlas. El paisaje de la sierra*. Instituto de Ecología, A. C. y Unión Europea. Xalapa, Veracruz.
- Hobbs R. J. y Norton D. A. 1995. Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology. *Restoration Ecology*. Vol. 4 2:93-110.

- Horowitz H. 1990. Restoration Reforestation. En: Berger J. J. (eds.) Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth. 85-93. Island Press. California, U. E.
- Ibarra M. G. 1985. Estudios preliminares sobre la flora leñosa de la estación de biología tropical de los Tuxtlas Veracruz, México. Tesis de licenciatura de Biología. Facultad de Ciencias de la UNAM.
- INE. 2005. Publicaciones.[en línea]: México. INE. Fecha de actualización 15/03/2005. [fecha de consulta: 05/05]. Disponible en <http://www.ine.gob>.
- Jackson L., N. Lopoukhiney y D. Hillyard. 1995. Commentary Ecological Restoration A definition and comments. *Restoration Ecology*. 2:71-75
- Jordan III R. W., M. E, Gilpin y Aber J. D. 1987. Restoration ecology: ecological restoration as a technique for basic research. En:Jordan III, W. R., M. E. Gilpin y J. D. Aber, (eds.) 1987. *Restoration ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press, New York.
- Lande R. 1998. *Antropogenic, ecological and genetic factors in extinction*. En: Mace, G., A. Balmford y J. Ginsberg. 1998. (Ed.) Cambridge University Press. UK. Pp. 308.
- LGEEPA. 2002. *Legislación de Ecología*. Ley General del Equilibrio Ecológico y para el mejoramiento del Ambiente. (Ed.) Sista.
- MacMahon J. A. 1997. Ecological Restoration. En: Meffe, G. K. y C. R. Carroll. *Principles of Conservation Biology*. 2ed. (Ed.) Sinauer Associates. N. C. E.U. 479-511 pp.
- MacMahon J. A. 2001. Ecological restoration. En: M. E. Soule y G. H. Orians (Eds.) *Conservation Biology Research. Priorities for the next decade*. Island Press. Washington D. C.
- Maldonado A. B. 1997. Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias de la Universidad Autónoma de México.
- Márquez K. H. 1999. Regeneración de la vegetación en distintos ensayos de restauración de minas de roca caliza a cielo abierto en una industria cementera, Ixtaczoquitlán, Veracruz. Tesis de maestría. Instituto de Ecología, A. C.

- Martínez A. 1982. *Contribuciones al estudio Ecológico de las zonas Cálido húmedas de México (4) Ecología humana del ejido B. Juárez Sebastopol, Tuxtepec, Oax.* Comisión de Estudios sobre la ecología de Dioscoreas. Publicación especial No. 7. México D.F. SARH.
- Martínez-Garza C. y Howe H. F. 2003. Restoring tropical diversity: beating the time tax on species loss. *Journal of Applied Ecology*. 40, 423-429.
- Martínez-Garza C., V. Peña, M. Ricker, A. Campos y Howe H. 2005. Restoring tropical biodiversity: Leaf traits predict growth and survival of late-successional trees in early successional environments. *Forest-Ecology and Management*.
- Meffé G. K. y C. R. Carroll. 1994. *Principles of conservation biology*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Meli P. 2004. *Recolonización de potreros abandonados. Un caso de estudio de restauración en la selva de los Tuxtlas, Veracruz*. Tesis de Maestría. UNAM. México. D.F. pp. 161.
- Mendoza E., R. Dirzo y J. Fay. 2005. A quantitative analysis of forest fragmentation in Los Tuxtlas, southeast Mexico: patterns and implications for conservation. *Revista Chilena de Historia Natural*.
- Merino P. L. 2002. *Conservación o Deterioro. Políticas, Instituciones y Usos de los Bosques en México: Los impactos de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en las prácticas de uso de los recursos forestales en México*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Miller C. J. 2000. Vegetation and habitat are not synonyms. *Ecological Management and Restoration*. Vol. 1, 2:102-104.
- Miranda F, y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179.
- Moreno, N. P. 1984. *Glosario botánico ilustrado*. (Ed.) Compañía editorial continental. Xalapa. Ver. Pp.300
- Oldsfield S., Lusty, C. y MacKinuen, A. 1998. The world list of threatened trees. World conservation press, Cambridge.

- Pallares M. y P. Camarena. 1998. *Proyecto para la recuperación ecológica en la región de los Tuxtlas, Veracruz*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Arquitectura. Unidad Académica de Arquitectura del Paisaje. Universidad Autónoma de México.
- Parrotta J. A. 1993. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands. The role of plantations as "faster ecosystems". En: H. Lieth y M. Lohmann (eds.) *Restoration of Tropical Forest Ecosystems*, 63-73. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Pedraza, R.A., y G. Williams-Linera. 2003. Evaluation of Native tree species for the rehabilitation of deforested areas in a Mexican cloud forest. *New Forest*. 26: 83-99.
- Pennington T. D. Y J. Sarukhán. 1998. *Árboles Tropicales de México*. UNAM. Fondo de Cultura.
- Ricker M. y C. D. Daly. 1998. *Botánica Económica en Bosques Tropicales. Principios y métodos para su estudio y aprovechamiento*. (Ed.) Diana. México.
- Rzedowski J. 1981. *Vegetación de México*. Limusa Editores. México.
- SEMARNAT. 2002. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales*. Semarnat. México. Fecha de actualización. 03/2005. [fecha de consulta:04/05]. Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx>.
- Standley 1924, 1961C. P. *Trees and Shrubs of Mexico*. Vol. 23. Vol. 24. (Ed.) Smith Sonian Press. Washington, D. C.
- Thomson J. R. 1992. *Prairies, Forests, and Wetlands*. University of Iowa Press, Iowa City.
- Vázquez-Yanes C., A. I. M. Batís, A., M. I. S. Alcocer, M. D. Gual, y C. Sánchez. 1999. *Árboles y Arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Proyecto J-084-CONABIO. México, D.F.
- Vázquez-Yanes C., Orozco A., Rojas M., Sánchez M. E. y V. Cervantes. 1997. *La reproducción de las plantas: Semillas y meristemos*. La ciencia para todos 157. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

- White P. S. y S. T. S. Pickett. 1985. Natural disturbance and patch dynamics. An introduction. En: Pickett, S. T. y P. S. White (Eds.). Pp. 3-13. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press Inc. Orlando.
- Wilcove D., C. McLellan y A. P. Dobson. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. En: M.E. Soleé (Edrs.). *Conservation Biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, pp. 273-256.
- Williams-Linera G. 1997. *Estrategias para el manejo y conservación de la biodiversidad. El bosque fragmentado en los alrededores de Xalapa, Veracruz, México*. I de E.

Índice de referencias fotográficas

Campos, Álvaro. 2005

Figura 13. *Omphalea oleifera* a) individuo adulto, b) hoja y fruto, c) glándulas en la inserción de la hoja.

Figura 16. *Carica papaya*. a) individuo adulto, b) hoja, c) látex.

Figura 19. *Cecropia obtusifolia*. b) hoja e infrutescencia, d) inflorescencia, infrutescencia y bráctea espatiforme y e) cuerpos de Muller.

Figura 22. *Ceiba pentandra*. b) hojas, c) corteza con espinas cónicas.

Figura 25. *Pimenta dioica* a) individuo adulto, b) corteza, c) hojas.

Figura 28. *Cordia megalantha*. a) individuo adulto, c) semilla con pétalos como unidad de dispersión, d) hojas.

Figura 31. *Heliocarpus appendiculatus*. a) hojas, b) apéndices, c) inflorescencia y flor, d) semillas.

Figura 34. *Piper auritum*. a) individuo adulto, b) hojas.

Figura 37. *Brosimum alicastrum*. a) contrafuertes, b) hojas, c) exudado del tronco y d) flores.

Figura 40. *Poulsenia armata*. b) hojas, c) tallo con espinas, d) látex, e) fruto.

Figura 43. *Pseudolmedia oxyphyllaria* a) hojas, b) exudado, c) infrutescencia y d) semillas.

Figura 46. *Pouteria sapota*. a) individuo adulto, b) hojas, c) frutos, d) látex y e) fruto y semillas.

Figura 49. *Diospyros digyna*. a) hojas, b) rama y corte de madera, c) flores y d) fruto.

Figura 52. *Hampea nutricia*. a) individuo adulto, b) hojas, c) estípulas filiformes, d) látex y e) fruto y semillas.

Figura 55. *Gliricidia sepium*. a) individuos adultos en cerca viva, b) hojas, c) flores, d) pulvino y e) fruto y semillas.

Figura 57. *Bursera simaruba*. a) individuos adultos en cerca viva. c) corteza papiracea.

Figura 59. *Erythrina folkersii*. b) hoja, c) rama con espinas, d) inflorescencia y e) semillas.

Carrasco-Carballido P. Valentina. 2005

- Figura 13. *Omphalea oleifera*. d) germinación.
- Figura 16. *Carica papaya*. d) flor.
- Figura 19. *Cecropia obtusifolia*. a) individuo adulto.
- Figura 22. *Ceiba pentandra*. a) individuo adulto y d) fruto.
- Figura 25. *Pimenta dioica*. d) semillas y e) hojas y frutos.
- Figura 34. *Piper auritum*. c) inflorescencia.
- Figura 40. *Poulsenia armata* a) individuo adulto y f) semillas.
- Figura 46. *Pouteria sapota*. e) fruto y semilla.
- Figura 59. *Erythrina folkersii* a) estaca como cerca viva.

López Villalobos, Adriana 2005

- Figura 16. *Carica papaya* e) semillas.
- Figura 19. *Cecropia obtusifolia* c) semillas.
- Figura 28. *Cordia megalantha* e) semillas.
- Figura 31. *Heliocarpus appendiculatus* e) semillas.
- Figura 34. *Piper auritum* d) semillas.

MOBOT. Missouri Botanical Garden 2005. Disponible en línea
<http://www.mobotw3>.

- Figura 28. *Cordia megalantha*. b) Flor
- Figura 55. *Gliricidia sepium* c) flores
- Figura 57. *Bursera simaruba*. b) hojas; d) flores.