

GUÍA DE PROPAGACIÓN DE ÁRBOLES NATIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE BOSQUES

En este material se describen las principales actividades involucradas durante la propagación de árboles nativos en viveros forestales rústicos, junto con algunos aspectos generales para el establecimiento y manejo de plantaciones diversificadas en pequeñas propiedades. El manual incluye una lista con 129 especies arbóreas nativas a los bosques de montaña del sur de México que ya se están utilizando en diversos ensayos de restauración forestal establecidos en distintas localidades de Chiapas. Las recomendaciones que se mencionan a lo largo del documento podrían extrapolarse a otras regiones montañosas de México y Centroamérica que comparten las mismas condiciones ecológicas y culturales.



redISA

Red de Espacios de Innovación Socioambiental



GUÍA DE PROPAGACIÓN DE ÁRBOLES NATIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE BOSQUES

GUÍA DE PROPAGACIÓN DE ÁRBOLES NATIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE BOSQUES

NEPTALÍ RAMÍREZ-MARCIAL

ALFONSO LUNA-GÓMEZ

HENRY E. CASTAÑEDA OCAÑA

MIGUEL MARTÍNEZ-ICÓ

SILVIA C. HOLZ

ANGÉLICA CAMACHO CRUZ

MARIO GONZÁLEZ-ESPINOSA



Guía de propagación de árboles nativos
para la recuperación de bosques
Segunda edición, 2012

DR © El Colegio de la Frontera Sur
www.ecosur.mx
El Colegio de la Frontera Sur
Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n
Barrio de María Auxiliadora
CP 29290
San Cristóbal de Las Casas, Chiapas
www.ecosur.mx

Los autores Neptalí Ramírez-Marcial, Alfonso Luna-Gómez, Henry E. Castañeda Ocaña, Miguel Martínez-Icá, Silvia C. Holz y Mario González-Espinosa son académicos del Departamento de Ecología y Sistemática Terrestres, Área de Conservación de la Biodiversidad de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de Las Casas. Angélica Camacho Cruz es académica de la Licenciatura en Turismo Alternativo de la Universidad Intercultural de Chiapas.

ISBN 978-607-7637-48-6

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de los Convenios 116306: Innovación socioambiental para el desarrollo en áreas de alta pobreza y biodiversidad de la frontera sur de México y 143303 "Gestión y estrategias de manejo sustentable para el desarrollo regional en la cuenca hidrográfica transfronteriza Grijalva"



GUÍA DE PROPAGACIÓN DE ÁRBOLES NATIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE BOSQUES

NEPTALÍ RAMÍREZ-MARCIAL

ALFONSO LUNA-GÓMEZ

HENRY E. CASTAÑEDA OCAÑA

MIGUEL MARTÍNEZ-ICÓ

SILVIA C. HOLZ

ANGÉLICA CAMACHO CRUZ

MARIO GONZÁLEZ-ESPINOSA

2012



ECOSUR

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR



Red de Espacios de Innovación Socioambiental





The background of the cover is a photograph of a dense forest. In the foreground, a dark, leafless tree branch extends from the top left corner. The forest below is covered in lush green trees, with a layer of white mist or fog hanging between the canopy and the sky. The overall tone is serene and natural.

GUÍA DE PROPAGACIÓN DE ÁRBOLES NATIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE BOSQUES

NEPTALÍ RAMÍREZ-MARCIAL

ALFONSO LUNA-GÓMEZ

HENRY E. CASTAÑEDA OCAÑA

MIGUEL MARTÍNEZ-ICÓ

SILVIA C. HOLZ

ANGÉLICA CAMACHO CRUZ

MARIO GONZÁLEZ-ESPINOSA



ÍNDICE

PRESENTACIÓN	11
AGRADECIMIENTOS	13
INTRODUCCIÓN	15
1. LOS BOSQUES DE MONTAÑA EN CHIAPAS	17
2. ALGUNOS ASPECTOS IMPORTANTES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO	23
Selección del sitio	23
Tamaño del vivero	24
3. TIPOS DE VIVERO	31
4. MATERIALES NECESARIOS PARA LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL VIVERO	35
5. PASOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS EN VIVERO	37
Recolecta de semillas	37
<i>¿Cómo recolectar los frutos?</i>	39
<i>¿Cómo transportar los frutos?</i>	42
<i>¿Cómo extraer las semillas?</i>	42
<i>¿Cómo almacenar las semillas?</i>	43
<i>¿Cómo tratar las semillas?</i>	45

Germinación y siembra de las semillas	48
<i>¿Cómo calculamos el número de semillas por kilo?</i>	48
<i>Cálculo de la cantidad de semillas necesarias</i>	49
Camas de siembra	50
<i>Siembra en macetas o en bolsas</i>	50
<i>¿Cómo calculamos los porcentajes de germinación?</i>	53
<i>Repique o trasplante</i>	53
Propagación de plantas por estacas	55
Mantenimiento de las plantas	56
 6. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE ÁRBOLES NATIVOS	 57
Objetivos de las plantaciones con especies nativas	57
Tamaño de las plantas al momento de la plantación	58
Sistemas de plantación	59
 7. EVALUACIÓN DE LAS PLANTACIONES	 63
Mantenimiento de las plantaciones	64
Difusión de resultados	66
 GLOSARIO	 69
LITERATURA CITADA	73
ANEXO 1	79
ANEXO 2	87





PRESENTACIÓN

En este manual presentamos información actualizada y útil para quienes estén interesados en el desarrollo de proyectos de producción de plantas en viveros para la recuperación de bosques de montaña del sureste de México. Se describen los aspectos generales de las distintas etapas del proceso de propagación de especies en viveros rústicos, así como del establecimiento y manejo de plantaciones en pequeñas propiedades. Se incluye también información de las principales especies arbóreas que potencialmente pueden ser utilizadas en las plantaciones y que, además, en este momento ya se emplean en diversos ensayos de restauración ecológica establecidos en varias localidades de Chiapas. Las recomendaciones que se realizan a lo largo del trabajo podrían extrapolarse a otras zonas de México y de Guatemala que tienen condiciones climáticas, de suelo y topografía similares a las de las regiones fisiográficas Altiplanicie Central y Montañas del Norte de Chiapas.

Creemos que la información publicada en este trabajo puede ser una herramienta útil para las personas interesadas en recuperar las características más importantes de los bosques de montaña (composición, estructura y funcionalidad), especialmente para promotores comunitarios que participan en proyectos relacionados con el manejo y la recuperación de los bosques. Confiamos que en los próximos años muchas más personas estarán realizando estas prácticas de forma individual o colectiva dentro de sus propias localidades.

La presente edición es una versión actualizada y ampliada del manual originalmente llamado *Guía para la propagación de especies leñosas nativas de Los Altos y Montañas del Norte de Chiapas* (Ramírez-Marcial *et al.*, 2003). Iniciamos con una breve descripción, sucinta pero necesaria, de las principales características ecológicas de los bosques

en el estado; luego exponemos algunos aspectos relacionados con la construcción de viveros y detalles importantes a considerar durante el proceso de propagación de árboles nativos. Finalmente, incluimos un breve glosario sobre algunos conceptos y definiciones importantes para abordar el tema de la propagación de especies leñosas y el establecimiento de plantaciones.

Además, presentamos un anexo con información técnica y ecológica de numerosas especies de árboles nativos (129 especies en esta nueva edición), con los nombres locales más utilizados en México y en lenguas tsotsil y tseltal. También hemos agregado un capítulo referente al establecimiento de plantaciones de árboles nativos y su manejo, a partir de las recientes experiencias obtenidas mediante el trabajo con varios grupos campesinos que han decidido incorporar la recuperación de bosques nativos a la alternativa de diversificación productiva.

La tarea de documentar información de las numerosas especies de árboles que se distribuyen en los bosques de Chiapas está muy lejos de concluirse, y por eso creemos que iniciar con una selección de las especies más características apunta decididamente a contribuir con los esfuerzos por mantener los recursos biológicos tan valiosos para nuestra propia supervivencia. Esperamos sinceramente que esta guía resulte de interés y utilidad.

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, marzo de 2012

AGRADECIMIENTOS

Este documento es el resultado de más de 15 años de trabajo continuo en torno al conocimiento y manejo de árboles nativos en los bosques de montaña en Chiapas. Para ello, nos hemos beneficiado del apoyo y colaboración de numerosas personas e instituciones, por lo que extendemos nuestro más amplio agradecimiento a Liliana E. Mascarúa-López, Fabiola López-Barrera, Luis Galindo Jaimes, Laura Rubio Delgado, Luz del Carmen Silva Pérez, Agustín Montes Aguilar, Laura Y. García Ruiz, Ubaldo Rojas, Manuel de Jesús Díaz Gómez, Pedro Girón Hernández, Juan Carlos Bautista Bolom, Javier Bautista Bolom, Mario Guillén Bautista, María M. Alcázar Gómez, Nicolás Hernández Ruiz, a las diversas autoridades ejidales y municipales de Pueblo Nuevo Solistahuacán, Tapalapa, Jitotol, San Cristóbal de Las Casas, Huixtán, Teopisca, Chamula, Tenejapa, Chenalhó, Oxchuc, La Trinitaria, Larráinzar y Chenalhó, quienes nos han permitido el acceso a distintas localidades para la exploración y reconocimiento botánico, la colecta de semillas y establecimiento de algunos ensayos de crecimiento de plantas en sus terrenos.

También agradecemos a las siguientes organizaciones por el apoyo económico proporcionado durante varios años: la Comisión de Comunidades Europeas (proyectos SUCRE y BIOCORES), la MacArthur Foundation-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (Proyecto A2-99-006), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del estado de Chiapas (Proyecto FOMIX-CHIS-2002-C01-4640), la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Proyecto SEMARNAT-2002-01-C01-00048) y al Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del Convenio 116306, así como los fondos federales otorgados a ECOSUR. Finalmente nuestra gratitud a la Universidad Lindavista, al Instituto de Historia Natural y Ecología en San Cristóbal, a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas –en especial a las autoridades y personal del Parque Nacional Lagunas de Montebello– y a las diversas autoridades comunales y ejidatarios por todo el apoyo para realizar ensayos de reintroducción de plantas en sus terrenos.



INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas tropicales mantienen la más alta diversidad de especies y procesos ecológicos del planeta. Son fuente permanente de provisión de bienes y servicios para la humanidad. Sin embargo, muchos ecosistemas y comunidades biológicas se están deteriorando o siendo sustituidos por otros (Primack *et al.*, 2001), con los consecuentes efectos negativos que esto tiene sobre la provisión de servicios ecosistémicos (Seppelt *et al.*, 2011) y para la continuidad del equilibrio ecológico en general. Los bosques contribuyen a incrementar la cobertura forestal y a mantener su diversidad, lo que les confiere una mayor salud e integridad ecológica, reduciendo la vulnerabilidad del ambiente con menores riesgos para la sociedad humana.

La provisión de bienes y servicios derivados de los bosques se clasifican generalmente en:

- Servicios de aprovisionamiento, que se obtienen directamente de los ecosistemas, incluyendo alimentación, agua limpia, madera, combustibles, fibras, medicinas, entre otros.
- Servicios de regulación, que producen beneficios para el control de procesos ecosistémicos (regulación climática, de enfermedades, flujos de agua, purificación del aire, polinización y control biológico, entre otros).
- Servicios culturales, entendidos como aquellos beneficios no materiales e intangibles obtenidos de los ecosistemas (por ejemplo, contemplación de la naturaleza, recreación, turismo, espiritualidad, herencia cultural).

¿Cómo contribuir al desarrollo de estrategias efectivas para la conservación, recuperación y manejo sostenible de los ecosistemas tropicales, de tal suerte que podamos seguir beneficiándonos de sus bienes y servicios?

Hay muchas respuestas posibles a esta pregunta, según el punto de vista desde el cual se analice y de la diversidad de situaciones socioambientales presentes en una región,

pero todas las estrategias pasan por la conservación de la diversidad biológica. Es decir, la búsqueda de soluciones a los problemas de conservación de la biodiversidad no es patrimonio de la biología o de las ciencias afines, sino que es una construcción social que se aborda desde campos esencialmente interdisciplinarios, cuyo nivel de complejidad exige la participación de diversos actores sociales (Mascia *et al.*, 2003) que serán portadores de múltiples lenguajes de valoración. La diversificación de criterios que guían la toma de decisiones político-ambientales es fundamental para contrapesar los procesos de globalización y homogeneización biológica y cultural (Rozzi y Feinsinger, 2001).

Los costos materiales y humanos, así como el tiempo para recuperar la estructura y función de un bosque son mucho mayores en condiciones altas de degradación que cuando aún se mantienen elementos del ecosistema original. Al tomar en cuenta la complejidad de los procesos de recuperación de bosques, podemos decir que los aspectos técnicos relacionados con la propagación de árboles que plantea este manual son sólo uno de los tantos elementos que forman parte del entramado de dichos procesos. Nuestro objetivo es brindar algunas herramientas técnicas que hemos ido desarrollando a lo largo de los años de experiencia de trabajo en la propagación de plantas en vivero y en el establecimiento de plantaciones de árboles nativos, lo cual esperamos que sea un aporte en el proceso de recuperación de los bosques.

LOS BOSQUES DE MONTAÑA EN CHIAPAS

La posición geográfica, amplitud altitudinal, complejidad fisiográfica e historia geológica y humana del estado de Chiapas promueven la expresión de una gran variedad de condiciones ecológicas locales, gradientes ambientales regionales y una enorme diversidad de ecosistemas y especies (Müllerried, 1957; Breedlove, 1981). Hay varios tratados de la vegetación, tanto de ámbito nacional como restringidos al trópico mexicano, que incluyen descripciones de los tipos de vegetación que pueden encontrarse en Chiapas (Miranda, 1952; Miranda y Hernández X., 1963; Breedlove, 1981; Rzedowski, 1978; Pennington y Sarukhán, 2005).

Si consideramos la enorme riqueza florística del estado (estimada entre 9,000 y 10,000 especies de plantas vasculares), y sin dejar de reconocer que persisten considerables lagunas de conocimiento, puede decirse que la flora de Chiapas está relativamente bien documentada. González-Espinosa y Ramírez-Marcial (en prensa) con-

templan una clasificación de 11 formaciones o tipos de vegetación arbórea para el estado de Chiapas, según la clasificación de Breedlove (1981) quien reconoce a la vegetación con criterios fisonómicos y climáticos, en especial la temperatura (correlacionada con la altitud) y la precipitación (duración de la estación seca). Esta información es básica para identificar los límites de distribución de unas especies en condiciones ambientales específicas. Por ejemplo, una de las formaciones de vegetación más importantes de Chiapas es el bosque perennifolio de neblina o bosque mesófilo de montaña (figura 1), que es considerado uno de los tipos de vegetación más diversos en relación con la superficie que ocupa en México; en tan sólo 1% del territorio nacional se han registrado al menos 2,500 especies de plantas vasculares que crecen exclusiva o preferentemente en tales bosques (Rzedowski, 1996). Además, es uno de los ambientes más amenazados a escala nacional, debido a que 762 espe-



Figura 1. Bosque mesófilo de montaña.

cies de árboles propios de este ecosistema han sido incluidas dentro de alguna categoría de riesgo (González-Espinosa *et al.*, 2011).

En las áreas rurales de Chiapas hay una gran cantidad de parcelas pequeñas con diferentes usos, tal como ocurre en otras regiones montañosas de México, y se caracterizan por presentar una alta heterogeneidad en el paisaje: coexisten en una misma área parcelas con múltiples cultivos, sectores con árboles, terrenos con ganado, parches de bosques y cercas vivas,

con diversos arreglos espaciales (figura 2). La configuración espacial del paisaje repercute en la conservación y en el manejo de la biodiversidad.

La ubicación espacial relativa de los elementos del paisaje heterogéneo tiene consecuencias sobre el movimiento de los organismos y sobre los flujos de materia y energía entre las diferentes zonas del paisaje. Por ejemplo, una ancha franja de bosque en las orillas de un curso de agua puede dar lugar a una importante circula-



Figura 2. Paisaje agroforestal en la Altiplanicie Central de Chiapas.

ción de aves, roedores y otros animales, y a la vez, contribuir a conservar el suelo y los cursos de agua, y por ende, a asegurar el flujo de la misma a largo plazo. Por lo tanto, es crítico percibir la conservación de la biodiversidad a nivel de paisaje, en el cual los fragmentos de vegetación nativa (cuando los hay) están embebidos en una matriz agroecológica, y centrarse en las interrelaciones entre todos los elementos (no solamente en los de la vegetación nativa), puesto que es el conjunto el que aporta en la conservación de la biodiversidad (Perfecto *et al.*, 2009).

Para muchos grupos de plantas es bien conocida su mayor o menor vulnerabilidad a la extinción local, debido a la transformación de su hábitat original. En este contexto, es de esperarse que el tamaño de las poblaciones de varias especies arbóreas se esté reduciendo considerablemente, lo que pone en riesgo su persistencia en el paisaje. Por otro lado, algunas especies no siempre son afectadas desfavorablemente con

la perturbación del bosque, sino por el contrario, pueden aumentar su tamaño de población justo dentro de las áreas perturbadas. Estas especies son en general de rápido crecimiento y alcanzan su madurez en pocos años, produciendo un alto número de semillas. Se les conoce comúnmente como especies *secundarias*, *tempranas*, *pioneras* o *colonizadoras*, y pueden ser valiosas para llevar a cabo planes de recuperación de áreas degradadas, por lo que el interés en su propagación comienza a ser cada vez mayor (por ejemplo, Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Cervantes-Gutiérrez *et al.*, 2001; Ramírez-Marcial *et al.*, 2010).

Algunas de estas especies de fácil adaptación a condiciones de deterioro son los pinos y cipreses (*Pinus* y *Cupressus*), pero también existen otras plantas de hojas anchas como el aile, aliso o nok (*Alnus acuminata* subsp. *arguta*), el capulín o cerezo (*Prunus serotina* subsp. *capuli*) o el tzelepat o tepozán (*Buddleja cordata*), las cuales germinan y crecen muy rápido en áreas deforestadas. Por el contrario, especies como *Clethra chiapensis*, *Drimys granadensis*

var. *mexicana*, *Magnolia sharpii*, *Olmedilla betschleriana*, *Podocarpus matudae*, *Prunus lundeliana*, *Styrax magnus*, *Symplocos breedlovei*, entre muchas otras, se consideran más sensibles al disturbio en virtud de que requieren una cubierta forestal previa para el éxito en su establecimiento y desarrollo (Camacho-Cruz *et al.*, 2000; González-Espinosa *et al.*, 1991; 1995; Ramírez-Marcial *et al.*, 2010). Podemos decir que la elección de unas especies por otras depende, en primera instancia, de los objetivos perseguidos por los interesados, ya sean para la producción de madera, protección del suelo, provisión de sombra, recuperación de hábitat o conservación de biodiversidad.

Si bien en muchas áreas las actividades de recuperación de los bosques implican establecer plantaciones de árboles nativos, en otros casos las actividades deben centrarse en “manejar” o “ayudar” con diferentes técnicas al proceso de recuperación natural de los bosques, facilitando el establecimiento y crecimiento de los árboles. Sobre todo en los paisajes agroforestales como el

de Chiapas, donde en muchas áreas hay disponibilidad natural de semillas y plántulas, tal vez no sea necesario plantar árboles, o sólo haya que plantar algunas especies que han ido desapareciendo gradualmente. Es decir que a partir de las características del sistema, la estimulación de la regeneración natural puede ser un método eficiente y de bajo costo para recuperar los bosques (Holz y Placci, 2005).





ALGUNOS ASPECTOS IMPORTANTES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO

Un vivero forestal es el lugar destinado al cuidado y producción de plantas para abastecer las necesidades de un grupo o programa de reforestación que idealmente se producirán con estándares de alta calidad, para garantizar un buen prendimiento, supervivencia y crecimiento en campo. Para el buen funcionamiento de un vivero, es importante considerar que no basta con disponer de un área donde se puedan producir plantas, sino que se requieren otros espacios destinados a actividades complementarias.

Convencionalmente, un vivero forestal debe disponer al menos de las siguientes áreas de trabajo: el área donde se depositan la tierra y la composta, la del llenado de bolsas, la de germinación, una para almacenar las semillas y otra para guardar de forma segura el material de trabajo (bolsas, agrolita, palas, carretillas, mangueras). En lo posible, también hay que contemplar áreas de carga y descarga de material, es-

pacios techados y protegidos para trabajo de oficina, un comedor, una zona de descanso y una de sanitarios y regaderas.

Sin embargo, en condiciones rurales donde el espacio es limitado y los recursos financieros escasos, no será posible acondicionar todas estas áreas de trabajo desde el principio, sino que se habrá que ajustar a las condiciones disponibles y conforme el vivero comience a capitalizar beneficios económicos, será posible ir incrementando su infraestructura.

Por lo anterior, a continuación se describen algunas características mínimas con las que se pueden establecer viveros rústicos con el menor costo económico.

SELECCIÓN DEL SITIO

La idea de construir un vivero es muy atractiva para mucha gente, sin embargo, es importante que antes de decidirse a construirlo se discutan al interior de los grupos interesados varios aspectos que necesitan

ser tomados en cuenta con el fin de asegurar el éxito durante el proceso de producción de las plantas. No es raro que algunos viveros sean abandonados poco después de su instalación, lo cual en general obedece a una mala planeación de su construcción y por no analizar con cuidado las múltiples actividades indispensables para su buen funcionamiento.

Para la selección del lugar en el que se construirá el vivero, es importante considerar los siguientes aspectos:

- *Disponibilidad de agua.* El acceso y el suministro deben estar disponibles durante todo el año y de preferencia hay que usar agua limpia, ya sea a través de corrientes permanentes o mediante algún sistema de almacenamiento.
- *Topografía del terreno donde se instalará el vivero.* Lo ideal es que se instale en terreno plano o con muy poca inclinación, para evitar el encharcamiento o la pérdida por deslave del suelo.
- *Microclima del sitio.* El sitio no debe estar expuesto a la influencia de vientos, ni en valles donde ocurran heladas.

Tiene que recibir luz directa la mayor parte del día.

► *Disponibilidad de tierra para utilizar en el vivero.* Es esencial tener un suelo de tipo franco, limo-arenoso o arcillo-limoso, preferentemente suelo de bosque en las inmediaciones del vivero, para utilizarlo en la preparación de la tierra en la que se sembrarán las semillas y para el llenado de bolsas para el trasplante de las plantas.

► *Cercanía a las áreas donde se realizarán las plantaciones.* Para minimizar el tiempo y costo de transporte, es deseable que el vivero se encuentre lo más cercano posible a los sitios donde se realizarán las plantaciones.

► *Facilidad de acceso.* El sitio tiene que estar cerca de un buen camino para tener acceso en vehículo durante cualquier época del año.

TAMAÑO DEL VIVERO

El tamaño del vivero dependerá de la demanda de plantas por producir y de los recursos económicos disponibles. Se tiene

que considerar el espacio que se necesitará para: camas de siembra de semillas; producción de plantas en bolsas; llenado de las bolsas, almacenamiento de suelo, arena y composta; pasillos para la circulación con carretillas y otros materiales.

► *a) Camas para la siembra de semillas.*

Pueden construirse directamente sobre el suelo, en cajones o en pequeñas cajas de madera (figura 3a). Esta última opción permite una fácil manipulación de las camas de siembra y la posibilidad de trasladarlas en caso de ser necesario. Si se colocan sobre el suelo, las dimensiones recomendadas varían entre 1 metro de ancho y 2.5 metros de largo; deben prepararse en áreas bien drenadas, con unos 60 centímetros entre cama y cama. Donde sean frecuentes las inundaciones, se recomienda que las camas de germinación se encuentren levantadas un poco más del nivel del suelo (figura 3b). Este método es comparable con las almacigueras que se utilizan para la producción de plantas de tomate o chile, y es efectivo cuando las semillas son muy pequeñas o cuando conviene optimizar el espacio disponible y no se conocen

previamente los porcentajes de germinación de las especies (por lo tanto, no se conoce cuántas semillas es preciso sembrar).

► *b) Producción de planta en bolsa.*

Este método es más recomendable cuando se trata de especies con semillas grandes y de las cuales se sabe que tienen altos porcentajes de germinación (por ejemplo, los robles, *Quercus* spp. o el aguacate, *Persea americana*). Si se dispone de suficientes semillas, se puede probar sembrando dos por bolsa y después se elimina la planta menos vigorosa. Es importante considerar la producción de más plantas de las que se planea utilizar en el campo, con el fin de reemplazar a las que mueren mientras están en el vivero y, sobre todo, a las que no se establecen en el campo a lo largo del primer año de plantación; será fundamental realizar una re-plantación que abarque entre 10% y 25% de los individuos. Esto obliga a disponer de espacio adicional para ubicar una mayor cantidad de bolsas.

A continuación se presentan algunos ejemplos en los que se calcula el tamaño que necesita tener un vivero para albergar una cierta cantidad de plantas.



Figura 3. Camas de siembra de semillas: (a) construcción de cajones de siembra de semillas; (b) cajas de unicel dispuestas en soportes metálicos o de madera.



Figura 4. Área de producción intensiva de pinos en franjas de 30 m de largo x 80 cm de ancho y corredores estrechos de 40 cm.

Ejemplo 1

Supongamos que necesitamos una cantidad de 12,000 plantas de pinos o cipreses (figura 4), y usaremos bolsas de plástico negro de 7.5 cm de diámetro x 17.8 cm de altura. Primero debemos obtener el área de una bolsa llena, y para ello recurrimos a la fórmula de área de un círculo:

Área = $(\pi * r^2)$, donde $\pi = 3.1416$, r = el radio de la bolsa (diámetro/2).

$$\text{Área} = 3.1416 \times (7.5/2)^2 = 44.2 \text{ cm}^2$$

Entonces, tenemos que cada bolsa llena ocupa un área total de 44.2 cm². (0.0044 m²), o dicho de otra forma, en un metro cuadrado es posible colocar hasta 226 bolsas de estas dimensiones.

Si 226 bolsas caben en un metro cuadrado, ¿cuántos metros cuadrados necesitamos para completar 15,000 plantas? Hay que considerar un excedente del 25%

(3,000 plantas más por las que se dañen o mueran antes de usarlas).

Un cálculo directo por planta es:

$$15,000 \text{ plantas} \times 0.0044 \text{ m}^2 = 66 \text{ m}^2,$$

o relacionando las 226 bolsas en un metro cuadrado, tenemos:

$$15,000/226 = 66.3 \text{ m}^2$$

Estos cálculos no son idénticos, pero para fines prácticos resultan equivalentes.

Ejemplo 2

Vamos a suponer que deseamos producir plantas de especies que necesitan bolsas más grandes que las usadas para las coníferas, como sucede con la mayoría de los árboles de hojas anchas. En este ejemplo, se trata de producir las mismas 15,000 plantas (12,000 necesarias, más 3,000 para reposición) en bolsas de 10.2 cm de diámetro x 17.8 cm de altura.

Aplicando la misma lógica que en el ejemplo anterior, tenemos que cada bolsa llena ocupa un área total de 81.7 cm^2 (0.00817 m^2), que resulta de la aplicación de la fórmula de área de un círculo:

$$\text{Área} = (\pi \cdot r^2), \text{ que es igual a } 3.1416 \times (5.1)^2 = 81.7 \text{ cm}^2 = 0.00817 \text{ m}^2.$$

Con este dato, podemos deducir que en un metro cuadrado es posible colocar hasta

122 bolsas de estas dimensiones

$$(1/0.00817) = 122.37.$$

Si 122 bolsas caben en un metro cuadrado, ¿cuántos metros cuadrados necesitamos para completar las 15,000 plantas?

El cálculo directo por planta es:

$$15,000 \text{ plantas} \times 0.00817 \text{ m}^2 = 122.5 \text{ m}^2, \text{ o relacionando las 122 bolsas en un metro cuadrado, tenemos:}$$

$$15000/122 = 122.9 \text{ m}^2$$

Ejemplo 3

Si necesitamos generar nuevos árboles a partir de estacas, por ejemplo 2,000 estacas, habrá que generar 2,500 estacas para reemplazar a las que no prenderán o que morirán en el vivero durante el primer año de plantación (25%). El cálculo se realiza igual que en los dos ejemplos anteriores, simplemente sustituyendo los valores del diámetro de las bolsas utilizadas.

Hay que considerar que el espacio básico para mantener las plantas en bolsas se puede duplicar en caso de tener plantas que tengan que permanecer más de un año

dentro del vivero, o cuando se utilizan bolsas más grandes.

► *c) Llenado de bolsas y áreas de almacenamiento de sustratos (tierra, composta, agrolita y otros más).* Estas actividades se realizan tanto dentro como fuera del vivero, de acuerdo con la disponibilidad de espacio (figura 5). El acopio de la tierra generalmente llega por carretillas o camiones, de manera que es más práctico designar un área con acceso apropiado para vehículos de carga pesada. Para el llenado de bolsas habrá que contar con alguna superficie techada para trabajar en los días de lluvia y para evitar que la tierra se moje demasiado o se deslave.

► *d) Pasillos para la circulación con carretillas y otros materiales.* Los pasillos tienen que ser de al menos 40 centímetros (preferentemente 70-80 centímetros), de modo que se pueda circular por los mismos con carretillas y sin dañar a las plantas (figura 6); hay que disponerlos de forma que se permita un fácil acceso a todas las plantas, para facilitar el trabajo.



Figura 5. Manejo de sustrato: (a) área de mezclado de tierra fuera del vivero; (b) llenado de bolsas dentro del vivero.

TIPOS DE VIVERO

Un vivero se construye con diversos materiales (figura 7). La selección de los mismos y de la estructura que tendrá, depende de los recursos disponibles y de cómo pueden ser mejor atendidas las necesidades de producción de plantas que tengan las personas que trabajarán en el vivero.

Cuando se dispone de suficientes recursos económicos y hay necesidad de producir grandes cantidades de plantas, es posible adquirir el vivero en empresas especializadas que proveen la estructura metálica, los plásticos, mallas de diferentes calibres y otros insumos (figura 8).

Básicamente, la estructura tiene que contar con una base muy bien asentada y estar cubierta por plástico anti-uv¹ y mallas de media sombra en los casos en que haya que disminuir la luminosidad. Los viveros rústicos generalmente son contruidos por los propios interesados, tienen estructuras de madera o metal y los materiales que se utilizan provienen de la misma localidad.

¹ Se refiere a un tipo de plástico resistente a los rayos ultravioleta, y que por lo tanto dura más tiempo que el plástico común.



Figura 6. Vista del interior de un vivero, donde se observan los pasillos entre bloques de plantas agrupadas por especie.



Figura 7. Diferentes tipos de viveros rústicos: (a) contruidos con madera; (b) estructuras metálicas desarmables.



Figura 8. Viveros precontruidos con estructuras metálicas. En la imagen superior (a) se observa un sistema de suministro de agua mediante un tanque y una estación meteorológica para registrar las variaciones del clima.



MATERIALES NECESARIOS PARA LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL VIVERO

Se requieren los siguientes materiales básicos:

- ▶ Bolsas de papel de diferente tamaño para colecta y almacenamiento de semillas (14 cm x 30 cm y 30 cm x 50 cm).
- ▶ Bolsas plásticas para colecta de semillas (40 cm x 60 cm).
- ▶ Bolsas de polietileno negro para vivero de diferentes medidas. El kilogramo de bolsas
- ▶ Herramientas como carretillas, palas planas y cavahoyos, rastrillos y palas de jardinería.
- ▶ Sifones para riego, para mangueras.
- ▶ Mangueras (el largo dependerá de la distancia tanque-vivero) o sistema de riego automatizado.



Figura 9. Equipo de trabajo para cubrir las diferentes actividades en un vivero.

- Cubetas para flotación de semillas.
 - Charolas plásticas para lavar y remojar semillas.
 - Coladores de plástico duro para lavar semillas.
 - Coladores para semillas pequeñas.
 - Malla o tamices para colar tierra.
 - Sembradores para el repique o trasplante de plantas (de fabricación casera).
- pueden responsabilizar de aquellas actividades que no exijan tanta habilidad, pero que igual son indispensables para el buen funcionamiento del espacio, como llenar bolsas, regar o deshierbar (figura 9). Una apropiada distribución de la carga de trabajo facilitará que el vivero cumpla con sus objetivos de producción.

Adicionalmente a este material y equipo, es importante tener en cuenta que el otro elemento indispensable es el personal humano que laborará en el vivero. Debido a que las actividades de producción y mantenimiento son continuas y muy demandantes de tiempo y esfuerzo, una sola persona no puede atender dichas actividades en su totalidad, así que es necesario que durante la etapa de planeación y diseño del vivero, se discuta y acuerde la actividad principal que le corresponderá a cada participante. En esta etapa resulta útil aprovechar las cualidades o la predisposición de algunas personas para realizar acciones específicas, mientras que otros participantes se

PASOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS EN VIVERO

Preparación de tierra para las camas de siembra y para el llenado de bolsas.

La mezcla depende de la calidad del suelo de que se disponga. Generalmente es adecuada una mezcla de 50% de tierra franca, 40% de arena de río y 10% composta/abono/tierra con hojarasca, por cada unidad de volumen (figura 5b). Si se dispone de zafrá de caña o de coco, o aserrín, también se puede mezclar con la tierra para formar una composta que ayude a la aireación del suelo y evite la compactación e infestación por plagas de hongos o bacterias.

RECOLECTA DE SEMILLAS

Es ideal que las semillas se recolecten localmente, pero en ocasiones –y dependiendo de la especie de interés– es factible obtenerlas de algunos distribuidores comerciales, centros de semillas, servicios forestales o en ciertas instituciones de investigación (figura 10). Algunos aspectos a considerar para la recolección de semillas son los siguientes:

► Seleccionar las especies apropiadas al clima y a los fines con los cuales se establecerá la plantación. Por ejemplo, los árboles rectos y altos son los deseables para la producción de madera (tablas, postes u otros materiales), en tanto que para la producción de leña será preferible un árbol de rápido crecimiento, con muchas ramas.

► Obtener las semillas que provengan de lugares con condiciones ecológicas parecidas al área donde se va a localizar el vivero y a realizar la plantación (en cuanto a altitud, precipitación, tipo de suelo y otros factores).

► Si la colecta es local, es importante conocer dónde se localizan los mejores árboles. Las semillas deben colectarse de árboles donantes con características deseables para reproducir.

► Las semillas deben colectarse de árboles reproductivos, con apariencia saludable y vigorosa. Tienen que provenir de varios individuos de la misma especie (de preferencia entre 10 y 30), con la finalidad de



Figura 10. Diversos métodos de colecta de semillas: (a) mediante el uso de garrochas extensibles; (b) cosecha directa de frutos del Guash (*Leucaena leucocephala*), subiendo al árbol; (c) ascenso mediante el uso de cuerdas; (d) recolección de semillas de encinos (*Quercus* spp.) directamente del suelo; (e) recolección directa de frutos del Tilil o naranjillo (*Myrsine juergensenii*) desde las ramas bajas; (f) almacenaje de frutos de flor de la manita (*Chiranthodendron pentadactylon*) en bolsas de plástico.

mantener la variación genética de la población para asegurar una mejor adaptación a diversas situaciones ambientales. Hay que tener en cuenta que una plantación tendrá más probabilidades de ser exitosa si las plántulas provienen de semillas de óptima calidad.

► Las semillas **no** deben colectarse de árboles aislados o muy jóvenes. Hay que coleccionar una buena cantidad de semillas como para realizar ensayos de viabilidad y germinación, y almacenar aquellas que puedan guardarse para la producción futura, si es posible.

► Las semillas deben colectarse sólo de frutos maduros. Si los frutos se coleccionan muy tempranamente, las semillas estarán inmaduras y no germinarán. Si la colecta se retarda mucho tiempo, las semillas suelen ser atacadas por insectos y hongos, o bien, se pierden por dispersión o porque son consumidas por animales.

► El momento en que un fruto ya está maduro se reconoce por cambios en la coloración –de verde a rojo o negro–, cuando es un fruto carnoso (como el del cerezo, figura

11a). Si se trata de frutos secos (como el cono de los pinos o la magnolia), éstos tienen que colectarse justo antes de que se abran (figura 11b).

► No se deben utilizar los frutos enfermos o aquellos que se encuentren en el suelo, ya que pueden contaminar a las semillas sanas. Si no hay otra alternativa, los frutos del suelo se inspeccionan (como las bellotas de los robles), y se seleccionan los que tengan buen aspecto. Posteriormente hay que hacer pruebas de flotación en agua para descartar las semillas que floten, pues es muy probable que estén parasitadas o sean inviables.

¿Cómo recolectar los frutos?

Hay varias técnicas para la recolección de frutos o semillas (figura 10). Si es posible, hay que cortar del árbol sólo los frutos o pequeñas estructuras vegetativas adicionales adheridas a ellos para evitar el daño excesivo sobre la planta.

En los casos en que sea difícil subirse a un árbol para cosechar los frutos y éstos se coleccionen por medio del movimiento de ramas o con garrochas, es recomendable que



Figura 11. Diferentes tipos de frutos: (a) frutos carnosos del capulín o cerezo (*Prunus serotina* subsp. *capuli*), cuya madurez se reconoce por su color rojo o morado; b) frutos secos de la magnolia (*Magnolia grandiflora*), cuya madurez se reconoce por la exposición de sus semillas rojas.

caigan al suelo sobre grandes piezas, como lonas o preferentemente mantas de algodón.

► *a) Método de las espuelas.* Es semejante al utilizado por los empleados de la Comisión Federal de Electricidad. Consiste en utilizar espolones de hierro forjado sujetos con correas de cuero a los pies (figura 12).

Adicionalmente se lleva una cuerda y cinturón de seguridad sujeto a la cintura, el cual rodea al árbol para evitar caídas. Su inconveniencia es que el método daña la corteza de los árboles. Una vez que se al-

canzan las primeras ramas es factible subir sin los espolones –con el cinturón asegurando al que sube–, y con una tijera o lanza se desprenden los frutos que otras personas recolectan en el piso.

► *b) Método de la escalera.* Ideal para árboles bajos o cercanos a vías de comunicación, de manera que la escalera pueda ser transportada en una camioneta o automóvil.

► *c) Recolección en el suelo.* Sistema práctico y por demás barato, recomendado para aquellas especies cuyos frutos normalmente son de apreciable tamaño y peso (el obeno o aguacate, *Persea americana*; las bellotas de los encinos, *Quercus* spp.; los capulines o cerezos, *Prunus* spp.). Se necesita conocer con precisión la época de maduración y caída de los frutos, ya que una vez desprendidos duran poco tiempo antes de ser atacados por animales, hongos o bacterias (figura 10d).

► *d) Método de línea de seguridad.* La persona se engancha con una serie de correas y poleas al árbol para ascender, y se impulsa con los pies. Para colgar del árbol las correas y poleas, inicialmente se pasa una



Figura 12. Dispositivo de espuelas para ascenso vertical en árboles, provisto de soporte y gancho, así como de correa para sujeción a los pies.

cuerda delgada a través de las primeras ramas del árbol, utilizando algún elemento pesado (como una pieza metálica); del otro extremo se pasa la cuerda más gruesa y a partir de allí, el resto de los elementos necesarios para el ascenso. Este método es más sofisticado y costoso que los anteriores, pero con la práctica resulta muy efectivo y seguro (figura 10c).

¿Cómo transportar los frutos?

- Es aconsejable colocarlos en bolsas de tela, yute, costales o bolsas de papel grueso perforadas para permitir que el aire circule (figura 13).
- No se deben utilizar cajas o bolsas de plástico en forma definitiva para almacenar las semillas, ya que muchas veces los frutos liberan calor y humedad y se pudren rápidamente. Las bolsas de plástico se usan sólo para trasladar los frutos desde los sitios de colecta hasta el vivero o al lugar donde se extraerán las semillas.
- Las semillas de algunas especies se pueden almacenar durante meses o años (así ocurre con pinos, romerillo, nok o nukulpat) en condiciones de frío (4 °C); para

ello, es suficiente con dejarlas secar e introducir las en bolsas de plástico o frascos de vidrio con cierre hermético para evitar la pérdida de humedad y la infestación por hongos (figura 13d).

¿Cómo extraer las semillas?

Partiendo de qué especie se trate, se puede seguir el siguiente procedimiento:

- Distribuir los frutos en el suelo sobre algún plástico o cartón, evitando que se amontonen si son carnosos, o bien, depositarlos en cajas de madera o de cartón y colocarlos al sol o en un lugar bajo techo, seco y luminoso.
- Si se trata de frutos secos, es preciso agitarlos periódicamente hasta que los conos, vainas o cápsulas se abran y liberen sus semillas (figura 11, 14d).
- Si son frutos carnosos, hay que remover la pulpa y separar las semillas por aireación o sumergiéndolas en agua (figura 14 e-f).
- Una vez que las semillas han sido extraídas de los frutos, se colocan al sol. En ese momento se descartan aquellas semillas rotas o que han sido atacadas por insectos (lo cual a menudo se identifica por unos



Figura 13. Ejemplos de transporte y almacenaje de semillas: (a) bolsas de plástico negras con semillas de romerillo (*Abies guatemalensis*); (b) semillas de pinos (*Pinus* spp.) almacenadas en bolsas de papel; (c) semillas de flor de la manita (*Chiranthodendron pentadactylon*) almacenadas en costales de tela; (d) frascos con cierre hermético para almacenar semillas de varias especies en un refrigerador.

pequeños orificios sobre la cáscara del fruto). También se descartan aquellas cuyo color y tamaño difiere marcadamente de muchas de las otras semillas, pues no serán viables para la germinación.

¿Cómo almacenar las semillas?

► Una vez que las semillas ya están secas, se pueden almacenar en lugares fríos, se-

cos, oscuros y bien ventilados. Es posible guardar las de algunas especies de leguminosas durante muchos años, aun a temperatura normal.

► El almacenamiento se hace en cajas de madera, bolsas de papel o sacos de tela.

► Las semillas sensibles a la humedad se pueden almacenar dentro de botellas herméticas o latas selladas (figura 13d).



Figura 14. Ejemplos de distintos tipos de frutos y semillas: (a) semillas limpias del isbón (*Cornus disciflora*); (b) semillas alados del fresno (*Faxinus uhdei*) desprendidos directamente del árbol; (c) frutos de *Platanus mexicana* y separación de sus semillas pequeñas mediante fricción y aireación; (d) conillos del nok (*Alnus acuminata*) puestos al sol para que abran y las semillas caigan en el fondo de charolas de recolección; (e) frutos carnosos del kolomash (*Olmediella betschleriana*); (f) frutos carnosos del chijite'te (*Turpinia bicornuta*), cuyas semillas se obtienen por maceración de los frutos y posterior lavado en agua.

- La temperatura de almacenamiento tiene que ser mantenida tan constante como sea posible, y los frascos, latas o bolsas deben permanecer en la sombra, protegidos de los rayos del sol. Es deseable colocarlas en un sitio fresco y seco (sin humedad).
- No es aconsejable utilizar contenedores de plástico, a menos que el cierre sea hermético y que sean colocados de preferencia dentro de un refrigerador.

¿Cómo tratar las semillas?

Algunas semillas germinan rápidamente al sembrarlas, pero otras necesitan un tratamiento previo para poder germinar; y algunas lo hacen después de un largo tiempo si no son pre-tratadas. Usualmente hay especies que tienen semillas con testa (cáscara) dura que las hace impenetrables al agua y al aire, o que impide la emergencia de la radícula (*Acacia pennatula*, *Acacia angustissima*, *Erythrina berteroana*, entre otras).

De acuerdo con cada especie, se recomiendan los siguientes tratamientos previos:

- *a) Hidratación:* Las semillas se sumergen en agua durante 12-48 horas antes de sembrarse. Se seleccionan para plantar

sólo las que han absorbido el agua, las cuales se ven hinchadas y tienden a ser más gordas y blandas que las que no absorbieron el agua.

- *b) Agua caliente:* Las semillas se ponen dentro de una bolsa de tela o costal que se sumerge en un recipiente con agua en ebullición (5-10 partes de agua por una parte de semilla); se agita el recipiente durante 3-15 segundos únicamente. Se necesita un poco de más tiempo (hasta 3 minutos) si la testa de las semillas es demasiado dura (como en algunas leguminosas).

- *c) Agua tibia:* Se deja enfriar el agua hervida en un recipiente durante 10-15 minutos y se colocan las semillas dentro (10 partes de agua por una parte de semillas). Se deja enfriar el agua a temperatura ambiente y las semillas quedan sumergidas toda la noche.

- *d) Escarificación mecánica:* Se corta una parte de la testa de las semillas con ayuda de un cuchillo o navaja, o se golpea suavemente con un martillo hasta que se rompa. Las lijas también sirven para desgastar parte de la testa, cuidando no dañar el tejido in-



Figura 15. Ejemplo de las semillas del wakash (*Erythrina berteroana*), que por su dureza e impermeabilidad al agua requieren de la escarificación mecánica mediante raspaduras con lija, navaja e inmersión en agua durante varias horas para estimular su germinación.

terno de la semilla (figura 15 y 16). Estas técnicas son efectivas cuando las semillas no son muy pequeñas y es posible manipularlas con cierta facilidad. Otra forma de escarificar mecánicamente es introduciendo las semillas dentro de un recipiente que contenga arena gruesa de río. El recipiente se agita durante varios minutos, y después la arena se cierne con una malla tan fina como para retener las semillas durante el filtrado.

► **e) Escarificación química:** Por lo general, las semillas de leguminosas y de otras especies con semillas de testa impermeable (*Acacia pennatula*, *Turpinia tricornuta*, *Nyssa sylvatica*, *Cornus excelsa*) se escarifican con una solución diluida con ácido clorhídrico, ácido sulfúrico o con agua oxigenada (figura 16). Dependiendo de la especie, las semillas necesitan permanecer desde unos pocos minutos hasta un par de horas para que la testa se reblandezca y se haga permeable, y se elimine la latencia. Sin em-



Figura 16. Frutos y semillas del quebracho (*Acacia pennatula*), cuyas cáscaras duras son impermeables y se recomienda remojarlas en agua tibia, rasparlas con una lija o sumergirlas en agua oxigenada para estimular la germinación.

bargo, el uso de ácidos exige mucha precaución por los riesgos que implica su manejo; sólo se deben emplear cuando es indispensable.

GERMINACIÓN Y SIEMBRA DE LAS SEMILLAS

La germinación de las semillas de la mayoría de las especies de árboles nunca es del 100%, por eso siempre necesitamos poner más semillas a germinar para asegurarnos de producir el número de plantas que deseamos obtener.

Para calcular la cantidad de semillas necesarias, es posible hacer uso de algunos cálculos numéricos que ayudan a planificar mejor la producción.

¿Cómo calculamos el número de semillas por kilo?

Debido a que cada especie tiene semillas con diferente tamaño y peso, un kilogramo de semillas de una especie contiene un número diferente de semillas que un kilogramo de otra, por lo que tiene que determinarse esta relación para cada especie (figura 17). El cálculo se obtiene mediante un procedimiento rápido, tomando dos o más submuestras de 1,000 semillas cada una, para luego pesarlas, calcular el promedio y determinar el número de semillas por kilogramo de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Número de semillas/kg} = 1,000,000 / \text{promedio}$$



Figura 17. Ejemplo de la variación en tamaño y peso de semillas de encinos (*Quercus* spp.).

Esto se puede hacer cuando las semillas son muy pequeñas y cuando la báscula a emplear no tiene mucha precisión. Hay otro método más fino y exacto en el que se trabaja con un mayor número de repeticiones, y se calcula su variación con base en parámetros estadísticos. El procedimiento consiste en tomar 8 submuestras del total de semillas que tenemos de cada especie, juntando 100 semillas por submuestra para luego pesarlas y calcular el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Un coeficiente de variación menor o igual a 4% es aceptable y por lo tanto, el número de semillas por kilogramo podrá ser calculado con confianza con el promedio obtenido utilizando la misma fórmula anterior:

Número de semillas/kg = 1,000,000/
promedio

Cálculo de la cantidad de semillas necesarias

Una de las fórmulas más comunes para determinar el número de semillas que se necesitan para producir una cantidad deseada de plantas dentro del vivero es la siguiente:

$$C a n t i d a d = 125 \frac{N}{pW} \left(1 + \frac{E}{100}\right)$$

Donde:

N = número de plántulas requeridas que se desea obtener.

p = porcentaje de germinación de las semillas. Este valor se aplica cuando ya hay un conocimiento previo de la capacidad germinativa de las semillas de cada especie. Si no se conoce, se puede usar un valor del 80% ($p = 0.8$).

W = número de semillas por kilogramo.

125 = factor de corrección que agrega un 25% de semillas adicionales debido a que no todas las semillas germinadas llegan a crecer como planta.

E = Cantidad extra, en caso de que algunas semillas no estén buenas. Como cierto número de plántulas mueren después de que son trasplantadas, se puede incrementar la cantidad de plantas a generar, incorporando este posible porcentaje de pérdidas, entre 10-20% (esto es, $E = 10-20$).

CAMAS DE SIEMBRA

Es aconsejable usar las camas de siembra o bancales de germinación cuando:

- Se espera que la viabilidad de semillas sea baja (menos del 80%).
- La germinación demanda mucho tiempo (más de tres meses).
- Las semillas son muy pequeñas.
- Las semillas son muy escasas o caras.

Para sembrar en camas de germinación, se recomienda que las semillas se pongan en hileras que corran a lo largo de la cama, lo que hace el deshierbe más fácil. Las semillas se colocan a una profundidad igual a uno o dos veces su diámetro si son pequeñas (< 0.5 cm de diámetro), y se les pone agua con regaderas de hoyos pequeños. Es recomendable cubrirlas con hojarasca, lo cual favorece la retención de humedad y amortigua los cambios de temperatura. Si son grandes, no es obligatorio que queden totalmente enterradas, sino que basta con colocar la mitad de ellas dentro de la tierra, como se hace con las semillas de los encinos (figura 18).

El momento en que conviene sembrar depende de cada especie, pero también hay que considerar el tiempo que las semillas tardan en germinar y el tiempo para que las plántulas alcancen el tamaño y calidad apropiados para trasladarlas a los sitios de plantación. Como regla general, el periodo de crecimiento de las plantas en Chiapas y en otras regiones de México ocurre durante la primavera y el verano, lo cual implica que la plantación podría realizarse desde el final de la primavera, cuando ya haya iniciado la temporada de lluvias. Por ejemplo, en una especie que tarda dos semanas en germinar y 12 semanas en alcanzar el tamaño adecuado para la plantación, las semillas podrían sembrarse 14 semanas antes de iniciar la temporada de lluvias.

Siembra en macetas o en bolsas

Existen muchos tipos de contenedores para plantas que se escogen de acuerdo con las necesidades de producción. Los materiales pueden ser bolsas de polietileno negro, contenedores cilíndricos (tubetes) de plástico (figura 19b) o bandejas múltiples de plástico o de unicel (figura 19a). En los



Figura 18. Plántulas de *Quercus cortesia* emergiendo en cajas de germinación de unicel.

casos en que el porcentaje de germinación sea alto (80% o más), es factible sembrar las semillas en las bolsas, lo cual permite ahorrar el tiempo y el trabajo destinado a la siembra en camas de germinación y el trasplante o repique posterior.

La elección de cada material dependerá de las características de crecimiento de la especie que se desea generar, pero también de la disponibilidad de recursos económicos. Por ejemplo, las bandejas de germinación o tubetes son más costosas que las bolsas negras, y no son útiles para mantener la planta por mucho tiempo; sin embargo, son reutilizables. Los tubetes y bandejas son ventajosos para usarse con ciertas especies, como los pinos y cipreses, pues requieren menos espacio en el vivero y es más fácil trasladarlos a los sitios de plantación. De esta manera, hay una relación



Figura 19. Contenedores para plántulas: (a) bandejas de germinación de unicel con 112 compartimentos; (b) charolas de plástico con base para 50 plantas.

entre el costo y el beneficio que el viverista irá evaluando conforme se familiariza con los pros y contras de usar uno u otro material con las diversas especies de árboles.

El tamaño y el grosor de las bolsas varían ampliamente. En general, las bolsas más apropiadas para la mayoría de coníferas que desarrollan un sistema de raíces pequeño (pinos y cipreses), son de 7-7.5 centímetros de ancho por 18-21 centímetros de altura. Cabe aclarar que el ancho de una bolsa aplanada es equivalente a su diámetro cuando está llena, pues ya viene compensado a través de pliegues internos; así, al llenarse, conserva la relación entre ancho y diámetro. En ocasiones las bolsas no tienen la base perforada, por lo que deben hacerse un par de perforaciones en la parte inferior para permitir el drenaje del agua y promover la debida aireación.

¿Cómo calculamos los porcentajes de germinación?

Es deseable tener una idea general de la calidad de nuestras semillas, para lo que conviene saber cuántas tienen la capacidad de germinar. El procedimiento más fá-

cil es colocarlas en charolas de tierra, en varios lotes de 50-100 semillas cada uno, y a diario contabilizar el número de las que germinan; el recuento se deja de hacer cuando después de varios días consecutivos ya no se observan más semillas germinadas. El porcentaje de germinación se obtiene mediante la siguiente fórmula:

Porcentaje de germinación = (Número de semillas germinadas/Número total de semillas puestas a germinar) x 100. Este método no siempre es fácil, por lo que es más recomendable solicitar el estudio de la germinación a instituciones que dispongan de técnicas, laboratorios y equipos para determinar la viabilidad de las semillas en menos tiempo.

Repique o trasplante

Una vez que las semillas han germinado y se han desarrollado las plántulas, éstas se trasplantan a bolsas para que continúen su crecimiento; a este procedimiento se le llama repique o trasplante (figura 20).

Entonces, cuando las plántulas crecieron unos 4 o 5 centímetros, se sacan de las camas de siembra con mucho cuidado para



Figura 20. Trasplante de plántulas desde las camas de siembra hasta las bolsas individuales.

no dañar sus raíces. Si quedan por más tiempo en las camas de siembra, sus raíces crecerán mucho y aumentará la probabilidad de que sufran daños en el momento del trasplante. Cuando éste se realiza, es importante mover muy bien la tierra que rodea a las plántulas con alguna herramienta adecuada, de manera que las raíces se desprendan con facilidad y no se dañen (figura 20).

Para la operación de trasplante se usan bolsas con tierra húmeda. Las bolsas se llenan con tierra hasta aproximadamente 1 centímetro del borde superior. Es importante tener este detalle en cuenta, ya que si se coloca una menor cantidad de tierra, los bordes de las bolsas a veces se desdoblan y dificultan la entrada de agua durante el riego. Luego se hace un hoyo de unos 7-10 centímetros de profundidad enterrando un palito y se toma a la planta por el tallo, introduciendo las raíces con cuidado, para que la raíz principal no quede doblada hacia arriba. Se cubren las raíces con tierra que luego se apisona con los dedos para evitar que quede aire en el interior y se riegan nuevamente. Si las raíces son grandes o están enmarañadas, conviene cortar las puntas.

PROPAGACIÓN DE PLANTAS POR ESTACAS

Otro método de producción de planta es a través de la propagación vegetativa. La propagación vegetativa consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones de raíces o tallos de especies que tienen la capacidad de formar nuevas raíces y dar origen a otra planta.

Muchas plantas no producen semillas, o si producen, éstas son vanas, así que la vía asexual es un medio alternativo de propagación. El método se recomienda cuando el objetivo es reproducir una característica o atributo específico que está contenido en el material genético de origen, a diferencia de que las semillas generalmente contienen una mayor variación genética.

Aunque la propagación por estacas ofrece algunas ventajas al producir plantas de mayor vigor en menor tiempo, desde nuestra experiencia, no todas las especies tienen la habilidad para desarrollar tejido nuevo a partir de partes vegetativas de un individuo. Este método ha mostrado ser más efectivo en especies tropicales como *Bursera* spp. (Castellanos-Castro y Bonfil-

Sanders, 2010), pero no para árboles de los bosques mesófilos (Ramírez-Marcial *et al.*, 2003). En tal sentido, la elección de un método sobre otro debe surgir de la experiencia que se vaya acumulando por el grupo de trabajo.

MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS

Ya sea que las plantas se conserven en los tubetes, bandejas o en bolsa, tienen que mantenerse con un riego frecuente, pero sin inundarlas. Durante los primeros días, es posible que comience a observarse la germinación de numerosas hierbas no deseadas, las cuales compiten por agua y nutrientes con la planta producida. Hay que eliminarlas manualmente, removiendo con cuidado la tierra y tratando de quitarlas con la raíz completa, ya que muchas de ellas rebrotan, como en el caso de los pastos.

ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE ÁRBOLES NATIVOS

Las plantaciones de árboles nativos no son una práctica tradicional en Chiapas, ni en México en general. Tanto en esta región como en otras áreas boscosas de Latinoamérica, hasta ahora no había sido necesario propagar árboles nativos a través de la acción humana, ya que el bosque se regeneraba de manera natural. Puesto que nunca hubo que plantar árboles, los campesinos prácticamente no tienen experiencia en cuestiones de propagación de especies nativas (Schmidt, 2008). Pero en estos momentos los límites ambientales son más marcados, la cobertura de los bosques se ha reducido de manera considerable y los pobladores de diversas áreas rurales de Chiapas manifiestan la necesidad de ayudar al bosque a que se recupere. Considerando la dinámica del paisaje en Chiapas, se podría sugerir que la incorporación de árboles debiera realizarse no sólo en áreas deforestadas, sino también en sistemas agroforestales (Soto-Pinto *et al.*, 2008; Holz y Ramírez-Marcial, 2011).

OBJETIVOS DE LAS PLANTACIONES CON ESPECIES NATIVAS

Como hemos indicado ya, debe haber un plan de la plantación y su manejo posterior con metas y objetivos bien discutidos y acordados por el o los grupos de interés. Sólo de esta manera será posible asegurar el éxito de todo el esfuerzo de producir plantas nativas.

Para la formulación del plan, se inicia con la definición del objetivo que se desea lograr con las plantaciones; por ejemplo, no es lo mismo tener un objetivo de producción de madera o de protección del suelo que uno de producción de leña, aunque a veces se pueden tener plantaciones multi-propósito (figura 21).

Hay que considerar primero las necesidades y preferencias de la comunidad interesada en establecer las plantaciones, y analizar los recursos disponibles o necesarios. Debe ponerse especial cuidado en elegir las especies de árboles que crecen adecuadamente en el sitio en que se va a



Figura 21. Plantación mixta de especies, de cinco años de edad, en un pastizal abandonado en La Trinitaria, Chiapas. Se utilizaron nueve especies nativas para propósitos múltiples (leña, producción de materia orgánica para el suelo, sombra y madera). El espaciamiento entre las franjas fue de 4 metros, y durante los primeros tres años se cultivó maíz entre las franjas.

hacer la plantación. También es fundamental establecer cuántas plantas de cada especie se plantarán en el terreno, y la distancia entre ellas. El éxito depende de la participación y conocimientos de las personas involucradas en las diferentes funciones de dirección, coordinación y evaluación del proceso de la plantación.

TAMAÑO DE LAS PLANTAS AL MOMENTO DE LA PLANTACIÓN

Quando se van a establecer plantaciones, se recomienda elegir plantas que tengan por lo menos 30 centímetros de altura en el momento de ser plantadas, puesto que si son más chicas, la mortalidad será muy alta a lo largo del primer año. Otro criterio importante para decidir el tamaño óptimo

de las plantas es el diámetro del tallo. Como regla, la mayoría de los estudios de criterios de calidad de plantas forestales concluyen que el diámetro es un mejor indicador de calidad que la altura, y aquellas plantas con tallos más gruesos sobreviven mejor en el campo, ya que plantas muy delgadas y altas son más frágiles y de menor vigor (South y Mexal, 1984). Así, se descartan las plantas que tengan un tallo muy delgado y frágil.

Es importante saber el tiempo que se necesita para producir las plantas en el vivero, de manera que tengan el tamaño adecuado para trasplantarse entre los meses de junio y agosto, lo que coincide con la primera parte de la temporada de lluvias en México. Al hacerlo fuera de estas fechas, se corre el riesgo de que las plantas sufran por falta de agua o por las bajas temperaturas en el invierno.

También es fundamental considerar las características de los sitios en donde se establecerán las plantaciones, puesto que no todas las especies se desarrollan en cualquier lugar. En terrenos completamen-

te abiertos (sin cobertura de bosques) localizados por arriba de 2,000 metros de altitud en la Altiplanicie Central de Chiapas, sólo será posible utilizar un grupo limitado de especies como *Alnus acuminata*, *Buddleja cordata*, *Prunus serotina*, *Rhamnus sharpii* y *Quercus* spp. (figura 22).

Por el contrario, si se desea reintroducir especies como *Olmediella betschleriana*, *Magnolia sharpii*, *Drimys granadensis*, *Podocarpus matudae*, *Persea americana* o *Clethra chiapensis*, será vital elegir sitios que cuenten con una cobertura arbustiva o arbórea previa debido a que estas especies tienen alta susceptibilidad de mortalidad por heladas e insolación. Es importante que durante los primeros años de la plantación, las parcelas sean protegidas con una cerca para prevenir la entrada de vacas y borregos.

SISTEMAS DE PLANTACIÓN

Una vez que se ha acordado el objetivo de la plantación, lo siguiente es elegir los sitios para llevar a cabo dicha actividad, que de preferencia han de estar protegidos del



Figura 22. Plantación de árboles nativos: (a) plantación de tres años del nok (*Alnus acuminata* subsp. *arguta*) en Pueblo Nuevo Solistahuacán; (b) plantación con kolomash (*Olmediella betschleriana*) en una ladera en los alrededores de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

ganado y de los incendios. Se tienen que realizar labores de limpieza y posteriormente trazar las líneas o puntos específicos donde se irá estableciendo cada planta.

Los sistemas de trazado y marcación varían de acuerdo con las características topográficas del terreno y de la finalidad de la plantación. Los métodos más comunes son los siguientes (figura 23):

- *Sistema cuadrado o rectangular.*
- *Sistema triangular o tres bolillo.*
- *Sistema lineal.*

Los tres se refieren al acomodo geométrico y uniforme de las plantas, facilitando el trabajo de establecimiento, el conteo de árboles y la posterior evaluación de su desempeño (poda, raleo y aprovechamiento). Se supone que el esquema de distribución no influye en el crecimiento de las plantas, ni en altura ni en volumen.

La elección de uno u otro método depende de la topografía del terreno y de la comodidad del equipo de trabajo. Debido a que una planta precisa de cierto volumen

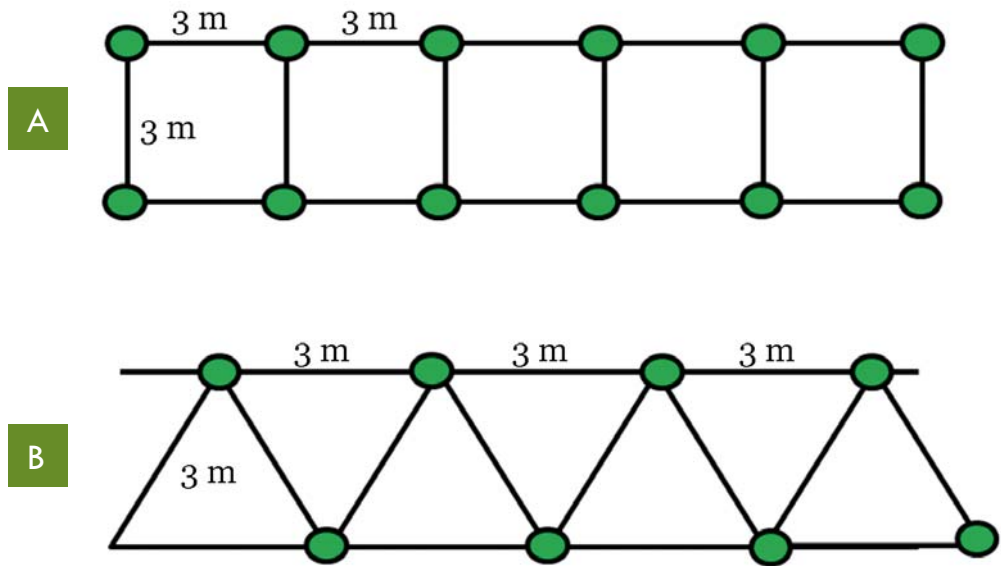


Figura 23. Dos ejemplos de los arreglos y espaciamentos más comunes para establecer las plantaciones: (a) sistema cuadrado o rectangular; (b) sistema triangular o tres bolillo, con espaciamento de 3 metros entre plantas.

de suelo para crecer de forma óptima, el distanciamiento entre plantas en suelos profundos puede ser menor que en los delgados o superficiales. En los suelos muy delgados el espaciamento tiene que ser mayor, con la idea de disminuir la competencia por agua y nutrientes entre las plantas cercanas. Por otro lado, si se pretende realizar una plantación para leña o postes de diámetro pequeño, el distanciamiento puede ser más corto que si es para producción de madera o de frutos (en este caso, convienen los árboles con troncos de diámetros gruesos y rectos).



EVALUACIÓN DE LAS PLANTACIONES

Convencionalmente, un factor de evaluación de una plantación es el porcentaje de supervivencia de las plantas al final de la época de lluvias (octubre-noviembre). Se considera que una muestra del 5% del área plantada será suficiente para conocer el estado de la misma, si se trata de plantaciones grandes de más de 10 hectáreas. En este caso, si las plantas quedaron espaciadas a 3 x 3 m, entonces se plantaron 11,000 plantas en total, y el 5% equivale a 550 plantas. Para evaluar la heterogeneidad del sitio, es importante que no se evalúen las 550 plantas en un sólo sector de las 10 hectáreas, sino que se seleccionen cinco o seis sectores, dentro de los cuales se midan grupos de 100 plantas. Si las áreas de plantación son más pequeñas, como ocurre con frecuencia en parcelas de pequeños productores, entonces se puede evaluar prácticamente a toda la plantación.

Una evaluación de la supervivencia inicial, aproximadamente un año después de

que se hizo la plantación, poco antes del comienzo de las lluvias, nos permite conocer si será ineludible realizar una replantación para sustituir a las plantas muertas.

En general, se considera que si la mortalidad está por debajo del 20% (menos de 20 plantas en cada grupo de 100 conteos), no es indispensable la replantación.

► Seguimiento a través de fotografías:

Consiste en tomar periódicamente fotografías desde puntos fijos establecidos en los bordes de la plantación, a diferentes distancias de la misma, y de esta manera obtener vistas panorámicas y a la vez, fotografías con más detalle. Son útiles si se desea realizar evaluaciones muy generales, rápidas y de bajo costo.

► Evaluaciones sistemáticas intensivas:

Consiste en realizar mediciones de cada individuo utilizando algún instrumento de precisión, como una cinta métrica. Las mediciones más comunes son el diámetro a la base del tallo, diámetro a la altura del

pecho y la altura total; a veces también hay que realizar mediciones específicas de variables ambientales (temperatura, humedad, porcentaje de cobertura de pastos y otras herbáceas). En general, este tipo de evaluación se realiza únicamente cuando se están haciendo investigaciones sobre las respuestas de crecimiento de las especies al ambiente de la plantación. Son útiles para realizar interpretaciones acerca de la dinámica de crecimiento de las plantaciones y de los bosques en general, y sobre los diversos mecanismos que actúan en el proceso; no obstante, son más costosas porque consumen mucho tiempo en el campo y precisan del análisis de los datos e interpretación de los resultados, por lo que hace falta el apoyo de especialistas forestales o biólogos.

MANTENIMIENTO DE LAS PLANTACIONES

El trabajo de una plantación no termina con el establecimiento de las plantas, sino que a partir de este punto es importante mantener una supervisión constante para asegurar que las plantas se desarrollen apro-

piadamente y se puedan cumplir los objetivos planteados.

Entre las labores de mantenimiento de la plantación está la remoción periódica de los pastos o hierbas, que retardan el crecimiento y aumentan la mortalidad de las plantas durante los primeros años (Ortega-Pieck *et al.*, 2011). En cada caso habrá que decidir hasta qué punto es conveniente hacer limpiezas y con qué periodicidad realizarlas, ya que es una actividad costosa que consume mucho tiempo y esfuerzo.

Durante el primer año de la plantación, es mejor que la limpieza se realice justo cuando están comenzando las lluvias. Hacerlo antes expone a las plantas al calor excesivo y los pastos generan condiciones de sombra y contribuyen a retener la humedad en el sistema, por lo que protegen a las plantas en crecimiento. Asimismo, es necesario planificar algunas podas o raleos de la vegetación arbustiva que interfiere con el crecimiento de las especies deseadas (figura 24). Tampoco hay que eliminar completamente a las especies indeseables, sino controlar su crecimiento y favorecer el de las plantas que nos interesan.



Figura 24. Labores de poda y aclareo para favorecer el crecimiento de plantas del tosho (*Magnolia sharpii*) en una plantación diversificada en Pueblo Nuevo Solistahuacán, Chiapas.

DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Un componente ideal en todo esfuerzo de recuperación de bosques es el de difusión de los resultados para informar e incorporar a otros interesados en esfuerzos similares. Las estrategias y cambios documentados en una experiencia de plantaciones de árboles nativos son un referente muy importante para tratar de no cometer los mismos errores del pasado y aprovechar el conocimiento previo. Un mecanismo de difusión no debe quedar circunscrito a la elaboración de documentos impresos, ya que hay otros medios más efectivos como el de programar visitas de intercambios de conocimientos entre individuos o grupos de trabajo.





GLOSARIO

Árbol - Se refiere a toda planta leñosa que normalmente presenta un tronco grueso y recto desde la base; la ramificación ocurre en la parte más alta y pueden alcanzar alturas entre 5 y 45 metros según la especie y condición donde crezca.

Árbol semillero - Árbol seleccionado cuidadosamente entre varios miembros de la misma especie, por presentar ciertas características que se desea que continúen presentes en las plantaciones (altura, diámetro, rectitud, tendencia a la bifurcación, torceduras, ramificaciones).

Arbusto - Son plantas leñosas normalmente de no más de 4 metros de altura, con varios troncos que nacen desde la base de la planta y que en ocasiones están muy ramificados. El mesté (*Baccharis vaccinioides*) es un ejemplo de arbusto.

Fenotipo – Se refiere a cualquier característica o rasgo observable de un organismo, como su forma, color, desarrollo, propiedades bioquímicas, fisiología y comportamiento.

Genotipo – Se refiere a la totalidad de la información genética que posee un organismo.

Huerto semillero - Cualquier parcela que se haya establecido con plantas procedentes de árboles selectos, obtenidos por semilla o vegetativamente, destinados a la producción de semillas. Una de las finalidades de los huertos semilleros es la de recolectar semillas de calidad genética superior.


Latencia – Es el estado de una semilla viable que impide que ésta germine en presencia de los factores que normalmente se consideran suficientes para la germinación (temperatura adecuada, humedad y medio ambiente gaseoso).

Plantas endémicas - Especies vegetales que tienen un área de distribución bien identificada y restringida a un territorio, y por tanto, no se encuentran en otro sitio. Por ejemplo, el tosho o magnolia (*Magnolia sharpii*) es endémica de la Altiplanicie Central de Chiapas, pues no se encuentra en ninguna otra parte del mundo.

Plantas nativas - Son aquellas especies de plantas que crecen de modo natural en una región, sin la intervención ni ayuda del hombre. Se desarrollan de forma silvestre y pueden estar presentes con diferente abundancia. Hay especies desde muy abundantes y de amplia distribución, hasta raras (es decir, poco abundantes o de distribución restringida). Dada la gran cantidad de árboles nativos que se encuentran en las zonas montañosas de México (más de 750) es fundamental conocer la forma de propagarlas, a fin de intentar la recuperación de sus poblaciones en los sitios donde han desaparecido o disminuido en su abundancia.

Plantas exóticas - Son aquellas que no tienen su origen dentro de la región donde se encuentran en la actualidad, y están ahí porque fueron traídas directamente por el hombre o han llegado de otro sitio de manera accidental. Muchas de estas plantas se han cultivado por sus cualidades ornamentales y se encuentran en parques y jardines (casuarina, eucalipto, trueno y níspero, entre muchas otras). Si bien las plantas nativas pueden estar mejor adaptadas a las condiciones de clima de una región, las plantas exóticas llegan a establecerse con más facilidad debido a que existen pocos animales (o ninguno) que las infecten o que las coman, y con frecuencia crecen más rápido que las especies nativas.

Origen - Para árboles nativos, el origen es el lugar donde los árboles están creciendo. Para árboles no nativos, el origen es el lugar geográfico donde en un principio se introdujeron las semillas o plantas.



Propagación - Procedimiento mediante el cual se asegura la perpetuación de una especie a partir de semillas, estacas o raíces.

Radícula - Durante el proceso de germinación, la radícula es la primera parte que emerge de la semilla para dar lugar a la plántula.

Región de procedencia - Para una especie, subespecie o variedad distintiva, la región de procedencia es el área o grupo de áreas sujetas a condiciones ecológicas de suficiente uniformidad, como para encontrar poblaciones de la especie que demuestren características genéticas o fenotípicas similares. Es un área lo bastante amplia para la recolección de material de reproducción, definida por límites visibles que deben ser cuidadosamente establecidos, teniendo en cuenta la mayor uniformidad fenotípica y ecológica.

Semilla – Es el óvulo maduro que contiene el embrión y el tejido nutritivo, encerrado en las capas protectoras de la testa o cubierta de la semilla.

Testa - Es la estructura que recubre a las semillas.

Viable – Una semilla viva que tiene la capacidad para germinar.



LITERATURA CITADA

Breedlove, D. E. 1981. *Introduction to the Flora of Chiapas*. California Academy of Sciences, San Francisco, California, 35 p.

Camacho-Cruz, A., M. González-Espinosa, J. H. D. Wolf y B. H. J. de Jong. 2000. Germination and survival of tree species in disturbed forests of the highlands of Chiapas, Mexico. *Canadian Journal of Botany* 78: 1309-1318.

Castellanos-Castro, C. y C. Bonfil-Sanders. 2010. Establecimiento y crecimiento inicial de estacas de tres especies de *Bursera* Jacq. ex L. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1: 93-108.

Cervantes-Gutiérrez, V., M. López-González, N. Salas-Nava y G. Hernández-Cárdenas. 2001. *Técnicas para propagar especies nativas de selvas bajas caducifolias y criterios para establecer áreas de reforestación*. Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México, Programa Nacional de Reforestación, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.

González-Espinosa, M., J. A. Meave, F. G. Lorea-Hernández, G. Ibarra-Manríquez y A. C. Newton. 2011. *The Red List of Mexican Cloud Forest Trees*. Fauna & Flora International, Cambridge, Reino Unido, 125 p.

González-Espinosa, M. y N. Ramírez-Marcial. *En prensa*. Comunidades vegetales terrestres de Chiapas. En: *Estudio de estado de la diversidad biológica en Chiapas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, A. Camacho-Cruz, S. C. Holz, J. M. Rey-Benayas y M. R. Parra-Vázquez. 2007. Restauración de bosques en territorios indígenas de Chiapas: modelos ecológicos y estrategias de acción. *Boletín de la Sociedad Botánica de México (Suplemento)* 80: 11-23.

González-Espinosa, M., P. F. Quintana-Ascencio, N. Ramírez-Marcial y P. Gaytán-Guzmán. 1991. Secondary succession in disturbed *Pinus-Quercus* forests of the highlands of Chiapas, México. *Journal of Vegetation Science* 2: 351-360.

González-Espinosa, M., S. Ochoa-Gaona, N. Ramírez-Marcial y P. F. Quintana-Ascencio. 1995. Current land-use trends and conservation of old-growth forest habitats in the highlands of Chiapas, Mexico. En: Wilson, M. (ed.). *Conservation of neotropical migrant birds in Mexico*. The Maine Agriculture and Forestry Experiment Station. NSF y USFWS, Orono, Maine, pp. 190-198.

Holz, S. y L.G. Placci. 2005. Stimulating Natural Regeneration. En: S. Mansourian, D. Vallauri y N. Dudley (eds.). *Forest Landscape Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees*. Springer, Nueva York, pp: 250-252.

Holz, S. y N. Ramírez-Marcial. 2011. *La leña: principal recurso energético en comunidades rurales. Metodologías para la estimación del consumo doméstico y producción de leña a partir de árboles nativos*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, 34 p.

Mascia, M.B. P. Brosius, T. A. Dobson, B.C. Forbes, L. Horowitz, M. A. McKean y N. J. Turner. 2003. Conservation and the social sciences. *Conservation Biology* 17: 649.

Miranda, F. 1952. *La vegetación de Chiapas*. Vol. 1. Ediciones del Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

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.

Müllerried, F.K.G. 1957. *Geología de Chiapas*. Ediciones del Gobierno del Estado, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Ortega-Pieck, A., F. López-Barrera, N. Ramírez-Marcial y J. G. García-Franco. 2011. Early seedling establishment of two tropical montane cloud forest tree species: the role of native and exotic grasses. *Forest Ecology and Management* 261: 1336-1343.

Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

Perfecto, I., J. Vandermeer y A. Wright. 2009. The broad social context for understanding biodiversity, conservation and agriculture. En: *Nature's matrix, linking agriculture, conservation and food sovereignty*. Earthscan, EUA, pp. 79-136.

Primack, R., R. Rozzi, R. Dirzo y F. Massardo (eds.). 2001. Amenazas para la diversidad biológica. En: *Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México, D. F.

Ramírez-Marcial, N. 2001. Diversidad florística del bosque mesófilo en el Norte de Chiapas y su relación con México y Centroamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 63-76.

Ramírez-Marcial, N., A. Camacho-Cruz y M. González-Espinosa. 2003. *Guía para la propagación de especies leñosas nativas de Los Altos y Montañas del Norte de Chiapas*.

El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, 45 p.

Ramírez-Marcial, N., A. Camacho-Cruz, M. Martínez-Icó, A. Luna-Gómez, D. Golicher y M. González Espinosa. 2010. *Árboles y arbustos de los bosques de montaña en Chiapas*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, 244 p.

Ramírez-Marcial, N., M. González-Espinosa y G. Williams-Linera. 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in montane rain forest in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 154: 311-326.

Rozzi, R. y P. Feinsinger. 2001. Desafíos para la conservación biológica en Latinoamérica. En: R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo (eds.). *Fundamentos de la Conservación Biológica: Perspectivas Latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México D.F., pp. 661-688.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.

Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.

Seppelt, R., C. F. Dormann, F. V. Eppink, S. Lautenbach y S. Schmidt. 2011. A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead. *Journal of Applied Ecology* 48: 630-636.

Schmidt, L. 2007. *Tropical forest seed*. Springer, Berlín.

Schmidt, L. 2008. *A review of direct sowing versus planting in tropical afforestation and land rehabilitation*. Development and Environment Series 10-2008. Forest and Landscape Denmark, Copenhagen.

South, D. y J. G. Mexal. 1984. *Growing the "best" seedling for reforestation success*. Forestry Departmental Series No. 12. Alabama Agricultural Experimental Station-Auburn University, Alabama.

Soto Pinto, L., G. Jiménez Ferrer y T. Lerner Martínez. 2008. *Diseño de sistemas agroforestales para la producción y la conservación*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, 90 p.

Vázquez-Yanes, C., A.I., Batis Muñoz, M.I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Reporte técnico del proyecto J084. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología-Universidad Autónoma de México.



ANEXO 1

Algunas características biológicas y ecológicas de 129 especies arbóreas y arbustivas nativas a los bosques de montaña en Chiapas. Se presenta su potencial para la restauración con base en su facilidad de propagar, en su tolerancia a la sombra y en sus tasas de crecimiento.

Referencias de los nombres comunes: (es) español; tso (tsotsil); tse (tseltal).

Nombre científico	Nombre común	Forma de vida
<i>Abies guatemalensis</i>	Romerillo (es), Temtoj (tso), Mujk'ulpat (tse)	Árbol
<i>Acacia angustissima</i>	Timbre (es), Xaxim mut (tso), Xaxib (tse)	Arbusto
<i>Acacia pennatula</i>	Quiebracho (es), Espino blanco (es), Chish te' (tso) Xolubch'ix (tse)	Árbol
<i>Acer negundo</i> subsp. <i>Mexicana</i>	Arce mexicano (es), Ikoj, Kantela	Árbol
<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>Arguta</i>	Aliso (es), Nok (tso), Najk (tse)	Árbol
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madrón (es), On te' (tso), On te' (tse)	Árbol
<i>Ardisia densiflora</i>		Árbol
<i>Baccharis vaccinioides</i>	Escoba (es), Meste' (tso), Meste' (tse)	Arbusto
<i>Bocconia arborea</i>	Tepozán (es)	Árbol
<i>Buddleja americana</i>	Tepozán (es), tselepat (tso), Sakbajte' (tse)	Arbusto
<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán (es), Tselepat (tso), Muk'ul-sakbajté (tse)	Árbol
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Plumerillo (es), Chich'ni' (tso), Ch'ich'ni' (tse)	Arbusto
<i>Calliandra grandiflora</i>	Plumerillo (es), Chich'ni' (tso) Ch'ich'ni' (tse)	Arbusto
<i>Calliandra houstoniana</i>	Plumerillo (es), Pish'nichte'	Arbusto
<i>Calyptanthus pallens</i>	Guayabillo (es)	Árbol
<i>Carpinus caroliniana</i>	Pepinque (es), K'utbahte'	Árbol
<i>Ceanothus coeruleus</i>	Muk'tik pomos (tso) Sakil-ch'ixil (tse)	Árbol
<i>Cedrela salvadorensis</i>	Cedro rojo (es)	Árbol
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	Flor de la manita (es), Macpalxochitl, K'an-ak' (tse)	Árbol
<i>Citharexylum donnell-smithii</i>		Árbol
<i>Citharexylum mocinnii</i>		Árbol
<i>Clethra chiapensis</i>	K'ak'ete', Ja'aste' (tso), K'ajk'e'ite' (tse)	Árbol
<i>Clethra oleoides</i>	Svix-oben (tso)	Árbol
<i>Clethra suaveolens</i>	K'ak'e'it'e' (tso), K'ajk'e'ite' (tse)	Árbol
<i>Cleyera theoides</i>	Koxoxte' (tso), Iximte' (tse)	Árbol
<i>Cornus disciflora</i>	Saji' (tso), Sakijte' (tse)	Árbol
<i>Cornus excelsa</i>	Isbon (tso), Sibante' (tse)	Árbol
<i>Crataegus mexicana</i>	Manzanita (es), tejocote de monte (es) Ch'ixte' (tso), Ch'ixte' (tse)	Árbol
<i>Critoniadelphus nubigenus</i>	Ch'ajte' (tse)	Árbol
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés (es), Nukulpat (tso)	Árbol
<i>Daphnopsis tuerckheimii</i>	Ak' (tse)	Arbusto
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sakilte' (tso)	Árbol
<i>Drimys granadensis</i> var. <i>mexicana</i>	Chilillo (es), Caxikek, Yailte' (tso)	Árbol
<i>Ehretia latifolia</i>		Árbol
<i>Erythrina berteroana</i>	Wakax, Ukun (tso), Ujkum (tse)	Árbol
<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno (es)	Árbol
<i>Fuchsia paniculata</i>	Aretillo (es), canelillo (es), K'os, (tso), K'oroxte' (tse)	Arbusto
<i>Garrya laurifolia</i>	Bi'tal ik'al (tso), ijk'al vinikte' (tso), Mimute' (tse) Tza'losté'	Árbol
<i>Glossostipula concinna</i>		Árbol
<i>Hedyosmum mexicanum</i>		Árbol

Floración	Fructificación	Época de recolecta	Tipo de fruto	Tasa de crecimiento	Tolerancia a la sombra	Potencial para restauración
Abr.-may.	Dic.-feb.	Ene.-feb.	Cono	Lenta	Sí	Bajo
May.-jun.	Nov.-ene.	Dic.	Vainas	Media	No	Alto
Abr.-may.	Sep.	Oct.-feb.	Vainas	Media	No	Medio
Feb.-may.	Sep.-oct.	Sep.-oct.	Samaridio	Media	Sí	Medio
Jun.-jul.	Nov.-dic.	Nov.-dic.	Conillos	Rápida	No	Alto
Ene.-mar.	Ago.-oct.	Ago.-oct.	Baya	Lenta	No	Bajo
		Mar.	Baya	Lenta	Sí	Bajo
Mar.-may.	Sept.-oct.	Oct.	Aquenio	Media	No	Alto
	Nov.-may.	Jun.	Drupa, cápsula	Rápida	No	Alto
Jul.-sept.	Ene.-mar.	Mar.	Cápsula	Rápida	No	Alto
Jul.-sept.	Ene.-mar.	Mar.	Cápsula	Rápida	No	Alto
Ago.-oct.	Mar.-may.	May.	Vainas	Rápida	No	Alto
Ago.-oct.	Mar.-may.	May.	Vainas	Rápida	No	Alto
Ago.-oct.	Mar.-may.	May.	Vainas	Rápida	No	Alto
Oct.-nov.	Mar.-abr	abr-jul	Drupa	Lenta	Sí	Bajo
Feb.-abr.	Ago.-oct.	Oct.	Drupa	Lenta	Sí	Medio
Jun.-sept.	Dic.-may.	Mar.-may.	Cápsula	Lenta	No	Medio
	Dic.	Ene.-feb.	Cápsula	Media	No	Alto
Mar.-may.	Oct.-dic.	Oct.	Cápsula	Rápida	Sí	Medio
Oct.-nov.	Abr.-may.	May.	Drupa	Rápida	No	Alto
Oct.-nov.	Abr.-may.	May.	Drupa	Rápida	Sí	Medio
Feb.-mar.	Jul.-sept.	Jul.-oct.	Cápsula	Media	Sí	Bajo
Feb.-mar.	Jul.-sept.	Jul.-sept.	Cápsula	Media	Sí	Bajo
Mar.-abr.	Jul.-sept.	Jul.-sept.	Cápsula	Media	Sí	Medio
Jul.-ago.	Ene.-feb.	Ene.-abr.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
Abr.-may.	Dic.-feb.	Dic.-mar.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
Abr.-may.	Oct.-dic.	Oct.-dic.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
Abr.-may.	Oct.-dic.	Oct.-dic.	Drupa	Media	No	Medio
Abr.-may.	Jul.-sept.	Sept..	Aquenio	Rápida	Sí	Medio
Abr.-may.	Sept.-oct.	Oct.	Conillos	Rápida	No	Medio
Jul.-sept.	Mar.	Mar.-jul.	Drupa	Media	Sí	Bajo
Todo el año	Mar.-sept.	Mar.-dic.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
Jul.-sept.	Mar.-abr.	Abr.	Drupa	Lenta	Sí	Bajo
	Jun.-oct.	nov.-dic.	Drupa	Rápida	No	Medio
Jun.-jul.	Oct.-dic.	oct.-mar.	Vainas	Rápida	No	Alto
Sept.	Feb.-abr.	Feb.-abr.	Samaridio	Media	Sí	Alto
Mar.-jul.	Jul.-sept.	Jul.-sept.	Baya	Media	No	
Mar.-abr.	Jul.-sept.	Sept.	Baya, drupa	Media	Sí	Medio
Ago.	Feb.-abr.	Abr.-jun.	Drupa	Media	Sí	Medio
Abr.-may.	Jul.-ago.	Ago.-oct.	Plurifolículo	Rápida	No	Bajo

<i>Ilex vomitoria</i>	Nichimte' (tso)	Arbusto
<i>Inga oerstediana</i>	Chalum (tse), Kok (tso)	Árbol
<i>Juniperus comitana</i>	Ciprés de Comitán (es)	Árbol
<i>Juniperus gamboana</i>	Ciprés rojo (es), Bak'il nukulpat (tso)	Árbol
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar (es), Sots'te' (tso), So'te' (tse)	Árbol
<i>Litsea guatemalensis</i>	Laurel (es), Tsits-uch (tso), Tsiltsil-uch (tse)	Árbol
<i>Magnolia sharpii</i>	Magnolia (es), Toxo (tso), Tajxak' (tse), Tojchuj	Árbol
<i>Meliosma dentata</i>	Encinillo (es)	Árbol
<i>Meliosma idiopoda</i>		Árbol
<i>Miconia mexicana</i>	Ajate'es (tso), Tsa'mute' (tse)	Arbusto
<i>Montanoa leucantha</i>	Kail (tso), Xakrixte' (tse)	Árbol
<i>Morella cerifera</i>	Satin (tso), K'oxoxte' (tse)	Árbol
<i>Myrsine coriacea</i>	Ats'amte' (tso), Ats'amte' (tse)	Árbol
<i>Myrsine juergensenii</i>	Tilil (tso), Sakil-tilil (tse)	Árbol
<i>Nyssa sylvatica</i>	Cabo de Luk (es), Sitim (tse) Petcui	Árbol
<i>Oecopetalum mexicanum</i>	Kakaw te' (tse)	Árbol
<i>Olmediella betschleriana</i>	Manzana de burro (es), K'oromax (tso), K'olomax (tse)	Árbol
<i>Oreopanax peltatus</i>	Mano de león (es), tronador (es), Yejk'echmut (tse)	Arbusto
<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mazorca (es), Yich'akmut (tso), Yejk'echmut (tse)	Arbusto
<i>Ostrya virginiana</i> var. <i>guatemalensis</i>	Pipinque (es), Ts'utute' (tso), Ts'utote' (tse)	Árbol
<i>Parathesis belizensis</i>	Amoch (tso)	Arbusto
<i>Persea americana</i>	Aguacate (es), Oben (tso), On, (tse)	Árbol
<i>Persea schiedeana</i>	Oben (tso)	Árbol
<i>Photinia microcarpa</i>	Tsonte' (tso)	Árbol
<i>Picramnia andicola</i>		Arbusto
<i>Pinus ayacahuite</i>	Pinabete (es), Temtoj (tso) K'uktoj (tso), K'isistaj (tse)	Árbol
<i>Pinus chiapensis</i>	Pinabeto (es), Potstoj (tso)	Árbol
<i>Pinus devoniana</i>	Pino (es), ocote (es), Saktoj (tso)	Árbol
<i>Pinus maximinoi</i>	Tsajaltoj (tso), Tsajaltaj (tse)	Árbol
<i>Pinus montezumae</i>	Pino (es), Ocote (es), toj (tso), Mokoch-taj (tse)	Árbol
<i>Pinus oocarpa</i>	Sakiltoj (tso)	Árbol
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Ocote (es), Saktoj (tso), Sakiltaj (tse)	Árbol
<i>Pinus tecunumanii</i>	Ocote (es), pino (es), Toj (tso)	Árbol
<i>Platanus mexicana</i>	Chicolcohuite	Árbol
<i>Podocarpus matudae</i>	Kisis toj (tso)	Árbol
<i>Prunus barbata</i>	Cerezo (es), Tukunte' (tso), Ch'it (tso)	Árbol
<i>Prunus brachybotria</i>	Boyte' (tso), Kajpete' (tse)	Árbol
<i>Prunus lundeliana</i>	Boyte' (tso)	Árbol
<i>Prunus rhamnoides</i>	Boyte' (tso)	Árbol
<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i>	Capulín (es) Ch'ixte' (tso), Chichote' (tse)	Árbol
<i>Psychotria galeotiana</i>		Arbusto
<i>Quercus acutifolia</i>	Encino (es), Chikinib (tso) Chiquinib (tse)	Árbol
<i>Quercus benthamii</i>	Encino (es), Chikinib (tso), Sakilijite' (tse)	Árbol

Mar.-abr.	Ago.-sept.	Sept.-oct.	Drupa	Lenta	Sí	Bajo
Abr.-may.	Sept.-nov.		Vainas	Rápida	No	Alto
Sept.-oct.	Abr.-jul.	May.	Conillo	Lenta	No	Medio
Sept.-oct.	Mar.-jul.	Mar.-may.	Conillo	Lenta	No	Medio
Jul.-ago.	Dic.-ene	Dic.-mar.	Cápsula	Rápida	No	Alto
Jul.-ago.	Dic.	Dic.	Drupa	Media	Sí	Medio
Ene.-mar.	Jul.-ago	Jul.-ago.	Plurifolículo	Media	Sí	Bajo
Jun.-jul.	Nov.-dic.	Dic.-feb.	Drupa	Media	Sí	Bajo
			Drupa	Baja	Sí	Bajo
Jun.-jul.	Sept.-oct.	Sept.-dic.	Baya	Rápida	Sí	Alto
Sept.-oct.	Abr.-may.	May.	Aquenio	Rápida	no	Alto
Mar.-abr.	Nov.-dic.	Nov.-dic.	Drupa	Media	no	Alto
Mar.-abr.	Sept.-oct.	Sept.-dic.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
Mar.-abr.	Sept.	Sept.dic.	Drupa	Media	Sí	Medio
Mar.-may.	Sept.-dic.	Oct.-dic.	Drupa	Media	Sí	Medio
Jun.-jul.	Sept.-oct.	Oct.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
Mar.-may.	Oct.-dic.	Dic.-feb.	Anfisarca	Lenta	Sí	Bajo
Sept.-oct.	Abr.-may.	May.-jun.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
Sept.-oct.	Abr.-may.	May.-jun.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
Feb.-abr.	Jun.-sept.	Jul.-sept.	Drupa	Lenta	Sí	Medio
May.-jun.	Sept.-dic.	Sept.-dic.	Drupa	Rápida	No	Alto
Jun.-jul.	Oct.-dic.	Oct.-dic.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
Jun.-jul.	Oct.-dic.	Oct.-dic.	Drupa	Media	Sí	Medio
Oct.-nov.	mar.-abr.	Mar.-may.	Drupa	Media	Sí	Medio
			Drupa	Lenta	No	Bajo
Feb.-mar.	Ago.-oct.	Sept.-oct.	Cono	Media	No	Alto
Feb.-mar.	Sept.	Oct.	Cono	Media	No	Bajo
Feb.-mar.	Ago.-oct.	Sept.-oct.	Cono	Lenta	No	Medio
Feb.-mar.	Ago.-oct.	Sept.-oct.	Cono	Media	No	Medio
Feb.-mar.	Ago.-oct.	Sept.-oct.	Cono	Media	No	Alto
Feb.-mar.	nov.-dic.	Sept.-oct.	Cono	Media	No	Alto
Feb.-mar.	nov.-dic.	Sept.-oct.	Cono	Rápida	No	Alto
Feb.-mar.	Mar.-may.	Sept.-oct.	Cono	Media	No	Alto
Mar.-abr.	Jul.-sept.	Ago.-sept.	Sicómero	Rápida	No	Medio
	Nov.-dic.	Nov.-dic.	Drupa	Lenta	Sí	Bajo
Sept.-oct.	Feb.-mar.	Feb.-mar.	Drupa	Rápida	Sí	Medio
Sept.-oct.	Feb.-mar.	Feb.-mar.	Drupa	Rápida	Sí	Medio
Sept.-oct.	Feb.-mar.	Feb.-mar.	Drupa	Rápida	Sí	Medio
Mar.-abr	Sept.	Sept.-dic.	Drupa	Medio	Sí	Medio
Mar.-abr.	Sept.	Sept.-dic.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
May.-jun.	Sept.-oct.	Sept.-oct.	Drupa	Media	Sí	Bajo
Mar.-abr.	Dic.	Ene.-feb.	Bellota	Rápida	No	Alto
Mar.-abr.	Dic.	Ene.-feb.	Bellota	Media	Sí	Alto

<i>Quercus candicans</i>	Encino blanco (es), Sak' iok (tso), Lejpatijite' (tse)	Árbol
<i>Quercus crassifolia</i>	Roble (es), Boch te' (tso), Bojch-ijite' (tse)	Árbol
<i>Quercus crispipilis</i>	Chikinib (tse), Tsots ijite' (tso)	Árbol
<i>Quercus lancifolia</i>	Tulan (tso)	Árbol
<i>Quercus laurina</i>	Chikinib (tso) Chikinib (tse)	Árbol
<i>Quercus ocoteifolia</i>	Encino (es), chikinib (tso)	Árbol
<i>Quercus peduncularis</i>	Tulan (tso), K'ewex-ijite' (tse)	Árbol
<i>Quercus polymorpha</i>	Lanxín	Árbol
<i>Quercus rugosa</i>	Roble (es), Tulán (tso), K'antulan (tse)	Árbol
<i>Quercus sapotifolia</i>	Zapotillo (es)	Árbol
<i>Quercus sebifera</i>		Arbusto
<i>Quercus segoviensis</i>	Tulan (tso)	Árbol
<i>Quercus skutchii</i>	Roble (es)	Árbol
<i>Quercus sp.</i>	Tulan (tso)	Árbol
<i>Quercus sp. 1</i>		Árbol
<i>Quetzalia contracta</i>	Meste'ka'	Árbol
<i>Randia aculeata</i>		Arbusto
<i>Rhamnus capreifolia</i>	Palo amarillo (es), k'ante' (tso), K'an-olte' (tse)	Árbol
<i>Rhamnus sharpii</i>	K'ante' (tso), K'an-olte' (tse)	Árbol
<i>Saurauia oreophila</i>	Moquillo (es) Ajoj (tso), Ajoj (tse)	Árbol
<i>Saurauia scabra</i>	Moquillo (es) Ajoj (tso), Ajoj (tse)	Árbol
<i>Styrax argenteus</i>	Estoraque (es)	Árbol
<i>Styrax glabrescens</i>		Árbol
<i>Styrax magnus</i>		Árbol
<i>Symplocos breedlovei</i>		Árbol
<i>Synardisia venosa</i>	Pajal te' (tso), Muk'ul-tilil (tse)	Árbol
<i>Taxodium mucronatum</i>	Sabino, ahuehuete (es)	Árbol
<i>Ternstroemia lineata</i> subsp. <i>chalicophylla</i>	Koxoxte' (tso), Tsajalte' (tse)	Árbol
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	Memelita (es)	Árbol
<i>Trophis racemosa</i>	Ramón de mico (es)	Árbol
<i>Turpinia paniculata</i>	Chijitete' (tso)	Árbol
<i>Turpinia tricornuta</i>	Chijitete' (tso)	Árbol
<i>Ulmus mexicana</i>	Olmo (es)	Árbol
<i>Vaccinium confertum</i>	Ajate'es (tso), Ajates (tse)	Arbusto
<i>Verbesina perymenioides</i>	Baskunte' (tse)	Arbusto
<i>Vernonia arborescens</i>	Ts'im (tso)	Árbol
<i>Vernonia canescens</i>	Ts'im (tso)	Arbusto
<i>Viburnum hartwegii</i>	Isbon (tso), Tsajaltsop (tse)	Arbusto
<i>Viburnum jucundum</i>	Isbon, (tso) Tsop (tso), Sakil tsop (tse)	Árbol
<i>Weinmannia pinnata</i>	Tsitsim (tso)	Árbol
<i>Xylosma flexuosum</i>	Manzanita del diablo (es)	Arbusto
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	Elmonix-te' (tse)	Árbol
<i>Zinowiewia rubra</i>		Árbol

Mar.-abr.	Dic.	Ene.-feb.	Bellota	Media	Sí	Alto
Mar.-abr.	Oct.-dic.	Oct.-dic.	Bellota	Media	Sí	Alto
Mar.-abr.	Ene.-feb.	Ene.-mar.	Bellota	Media	No	Alto
Mar.-abr.	Oct.-dic.	Ene.-feb.	Bellota	Media	Sí	Alto
Ene.-mar.	Oct.-dic.	Oct.-dic.	Bellota	Media	Sí	Alto
Ene.-mar.	Oct.-dic.	Oct.-dic.	Bellota	Lenta	Sí	Medio
Mar.-abr.	Dic.	Ene.-feb.	Bellota	Media	No	Alto
Mar.-abr.	Oct.-dic.	Ene.-feb.	Bellota	Rápida	No	Alto
Mar.-abr.	Sept.-oct.	Sept.-oct.	Bellota	Media	Sí	Alto
Mar.-abr.	Nov.-dic.	Nov.-feb.	Bellota	Media	No	Alto
Ene.-mar.	Sept.-oct.	Sept.-oct.	Bellota	Lenta	No	Alto
Mar.-abr.	Ago.-oct.	Ago.-dic.	Bellota	Media	No	Alto
Mar.-abr.	Ene.-feb.	Ene.-mar.	Bellota	Media	Sí	Alto
Mar.-abr.	Nov.-dic.	Nov.	Bellota	Media	Sí	Alto
Mar.-abr.	Sept.-oct.	Oct.	Bellota	Media	Sí	Alto
Jun.-jul.	Abr.-may.	May.	Cápsula	Lenta	Sí	Bajo
Jul.-ago.	Nov.-dic.	Nov.-dic.	Baya	Lenta	No	Bajo
Ene.-mar.	Jul.-ago.	Jul.-oct.	Drupa	Rápida	Sí	Alto
Ene.-mar.	Ago.-oct.	Jul.-oct.	Drupa	Media	Sí	Medio
Abr.-may.	Sept.	Sept.-oct.	Baya	Rápida	Sí	Alto
Abr.-may.	Sept.	Sept.-oct.	Baya	Rápida	No	Alto
Jun.-jul.	Oct.-dic.	Nov.	Drupa	Media	Sí	Medio
Jun.-jul.	Sept.-oct.	Sept.-oct.	Drupa	Media	Sí	Bajo
Mar.-jul.	Oct.-dic.	Nov.	Drupa	Media	Sí	Medio
Todo el año	Jul.-sept.	Ago.-sept.	Drupa	Lenta	Sí	Bajo
Mar.	Ago.-oct.	Sept.-oct.	Drupa	Lenta	Sí	Bajo
Mar.-abr.	Ago.-nov.	Oct.	Conillos	Media	No	Alto
Mar.-abr.	Sept.	Sept.-dic.	Cápsula	Media	Sí	Bajo
Mar.-abr.	Sept.	Sept.-oct.	Cápsula	Media	No	Alto
Jul.-sept.	Mar.-may.	May.	Baya	Lenta	Sí	Bajo
May.-jun.	Sept.-nov.	Nov.	Baya	Rápida	No	Medio
May.-jun.	Sept.-nov.	Nov.-dic.	Drupa	Rápida	No	Alto
Mar.-abr.	Oct.-dic.	Nov.-dic.	Drupa	Lenta	Sí	Bajo
Mar.-abr.	Sept.-nov.	Oct.	Baya	Lenta	Sí	Bajo
Mar.-abr.	Sept.-nov.	Oct.	Aquenio	Rápida	No	Alto
Jun.-jul.	Nov.-dic.	Nov.-dic.	Aquenio	Rápida	No	Alto
Jun.-jul.	Nov.-dic.	Nov.-ene	Aquenio	Rápida	No	Alto
Feb.-abr.	Sept.-oct.	Oct.	Drupa	Media	No	Medio
Feb.-mar.	Sept.-oct.	Sept.-dic.	Drupa	Bajo	Sí	Alto
Jul.-sept.	Oct.-dic.	Nov.-dic.	Cápsula	Media	Sí	Bajo
Jul.-sept.	Nov.-dic.	Dic.	Drupa	Lenta	Sí	Bajo
Mar.-abr.	Oct.-dic.	Oct.-dic.	Drupa	Media	Sí	Medio
Mar.-abr.	Oct.-dic.	Oct.-dic.	Drupa	Lenta	Sí	Bajo



ANEXO 2

Métodos pre-germinativos recomendables y días a la germinación de las semillas de 129 especies arbustivas y arbóreas nativas a los bosques de montaña en Chiapas. Referencias de los nombres comunes: (es) español; tso (tsotsil); tse (tseltal).



Nombre científico	Nombre común	Remojo en agua fría
<i>Abies guatemalensis</i>	Romerillo (es), Temtoj (tso) Nujkulpat (tse)	
<i>Acacia angustissima</i>	Timbre (es), Xaxim mut (tso), Xaxib (tse)	
<i>Acacia pennatula</i>	Quiebracho, (es), Espino blanco (es), Chi'xte' (tso), Xolub-ch'ix (tse)	
<i>Acer negundo</i> subsp. <i>mexicana</i>	Arce mexicano (es), Ikoj, Kantela	X
<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i>	Aliso (es), Nok (tso), Najk (tse)	
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madrón (es), On te' (tso), On te' (tse)	X
<i>Ardisia densiflora</i>		
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Bayalte', Huichichi	
<i>Baccharis vaccinioides</i>	Escoba (es), Meste' (tso), Mesté (tse)	
<i>Bocconia arborea</i>	Tepozán	X
<i>Buddleja americana</i>	Tepozán, Tselepat (tso), Sakbajte' (tse)	
<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán, Tselepat (tso), Sakbajte' (tse)	
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Ch'ich'ni' (tso), Ch'ich'ni' (tse)	
<i>Calliandra grandifolia</i>	Plumerillo (es) Ch'ich'ni' (tso), Ch'ich'ni' (tse)	
<i>Calliandra houstoniana</i>	Pixnitchte' (tso)	
<i>Calypttranthes pallens</i>	Chi'it (tso)	
<i>Carpinus caroliniana</i>	Pipinque, Cut bah te te'	X
<i>Ceanothus coeruleus</i>	Muk'tik pomos (tso), Sakil-ch'ixil (tse)	
<i>Cedrela salvadorensis</i>	Cedro rojo (es)	
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	Flor de la manita (es), Macpalxochitl	
<i>Citharexylum donnell-smithii</i>		
<i>Citharexylum mocinnii</i>		
<i>Clethra chiapensis</i>	K'ajk'e'j'te' (tso), K'ajk'e'j'te' (tse)	
<i>Clethra oleoides</i>	Svix-oben (tso)	
<i>Clethra suaveolens</i>	K'ajk'e'j'te' (tso), K'ajk'e'j'te' (tse)	
<i>Cleyera theoides</i>	K'oxoxte' (tso), Iximte' (tse)	X
<i>Clusia minor</i>		
<i>Cornus disciflora</i>	Sakbayante' (tso), Sají (tso), Sak-jite' (tse)	X
<i>Cornus excelsa</i>	Isbon (tso)	X
<i>Crataegus mexicana</i>	Manzanita (tso), tejocote de monte (es) Ch'ixte' (tso), Ch'ixte' (tse)	X
<i>Critoniadelphus nubigenus</i>	Ch'a'jte' (tse)	
<i>Cupresus lusitanica</i>	Ciprés (es), Nukulpat (tso)	X
<i>Daphnopsis tuerckheimii</i>	Ak' (tse)	

	Remojo en agua caliente	Escarificación mecánica (raspaduras)	Escarificación química (HCl y H ₂ O ₂)	Siembra directa	Días a la germinación
				x	50-60
	x	x	x		35-40
	x	x	x		20-30
					35-40
				x	30-35
				x	60-65
	x			x	80-90
				x	50-60
				x	20-25
				x	50-60
				x	30-35
				x	90-100
	x	x	x		35-40
	x	x	x		35-40
	x	x			35-40
				x	60-80
	x	x		x	90-95
				x	48-55
				x	45-50
			x	x	50-60
	x		x		45-60
	x		x		60-65
				x	75-90
				x	?
				x	40-50
				x	60-90
				x	8-15
				x	90-100
				x	120-130
		x		x	?
				x	50-60
				x	30-40
				x	?

<i>Dendropanax arboreus</i>	Sakilte' (tse), Muk'ul yichak-mut (tso)	X
<i>Drimys granadensis</i> var. <i>mexicana</i>	Chilillo (es), Kaxikeb, Yailte' (tso)	X
<i>Ehretia latifolia</i>		
<i>Erythrina berteroana</i>	Vakax (tso)	
<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno (es)	X
<i>Fuchsia paniculata</i>	Aretillo (es), Canelillo (es)	
<i>Garrya laurifolia</i>	Bi'tal ik'al (tso), Ijk'al winik (tso), Tsa'los te' (tse)	X
<i>Glossostipula concinna</i>		
<i>Hedyosmum mexicanum</i>		
<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol, Pucuy	x
<i>Ilex vomitoria</i>	Nichim te' (tso)	X
<i>Inga oerstediana</i>	Chalum (es)	
<i>Juniperus comitana</i>	Ciprés de Comitán (es)	X
<i>Juniperus gamboana</i>	Ciprés rojo (es), Bakil nukulpat (tso)	X
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar (es), Sotste' (tso)	X
<i>Litsea guatemalensis</i>	Laurel (es), Tsits'uch (tso)	
<i>Magnolia sharpii</i>	Tojchuj (tso)	X
<i>Meliosma dentata</i>	Encinillo (es)	
<i>Meliosma idiopoda</i>		
<i>Miconia mexicana</i>	Ajate'es (tso)	
<i>Montanoa leucantha</i>	K'ail (tso)	
<i>Morella cerifera</i>	Satin (tso), K'oxoxte' (tse)	
<i>Myrsine coriacea</i>	Ats'amte' (tso), Ats'amte' (tse)	
<i>Myrsine juergensenii</i>	Tilil (tso), Sakil-tilil (tse)	
<i>Nyssa sylvatica</i>	Palo de Luk, (es) Ats'amte' (tse)	X
<i>Oecopetalum mexicanum</i>	Kakawte' (tse)	
<i>Olmediella betschleriana</i>	K'oromax (tso), K'oromax (tse)	
<i>Oreopanax peltatus</i>	Mano de león (es), tronador (es) Yejk'ech-mut (tse)	
<i>Oreopanax xalapensis</i>	Yich'akmut (tso), Yejk'ech-mut (tse)	
<i>Ostrya virginiana</i> var. <i>guatemalensis</i>	Pipinque, Ts'utujite' (tso)	X
<i>Parathesis belizensis</i>	Amoch (tso)	X
<i>Persea americana</i>	Oben (tso), Aguacate (es)	
<i>Persea schiedeana</i>	Oben (tso)	
<i>Photinia microcarpa</i>	Tsonte' (tso)	
<i>Picramia andicola</i>	Pinabete (es)	X

				x	30-45
				x	60-80
	x				50-60
	x	x	x		150
					90-100
				x	?
					90-100
				x	90-100
				x	?
	x	x			30-40
					90-120
				x	30-35
	x		x		60
	x		x		45-60
					90-100
				x	90-120
			x	x	120-150
	x	x	x		?
	x	x	x		?
				x	?
				x	35-45
				x	90-110
				x	15-20
				x	120-150
	x		x		90-100
				x	30-35
	x		x		60-90
				x	?
				x	80-90
				x	90-100
	x				?
				x	30-35
				x	30-45
				x	60-70
	x				180

<i>Pinus ayacahuite</i>	Pinabete (es)	X
<i>Pinus chiapensis</i>	Pinabeto (es), Potstoj (tso)	X
<i>Pinus devoniana</i>	Ocote (es)	X
<i>Pinus maximinoi</i>	Tsajal toj (tso)	X
<i>Pinus montezuame</i>	Pino (es), Ocote (es), Toj (tso)	X
<i>Pinus oocarpa</i>	Sakil toj (tso)	X
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Ocote (es)	X
<i>Pinus tecunumanii</i>	Toj (es)	X
<i>Platanus mexicana</i>	Chicolcohuite	X
<i>Podocarpus matudae</i>	Kisis toj (tso)	
<i>Prunus barbata</i>	Cerezo (es), Tukunte' (tso), Ch'it (tso)	X
<i>Prunus brachybotria</i>	Boyte' (tso), Kajpe-te' (tse)	
<i>Prunus lundeliana</i>	Boyte' (tso)	
<i>Prunus rhamnoides</i>	Boyte' (tso)	
<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i>	Capulín (es) Ch'ixte' (tso) Chichote' (tse)	X
<i>Psychotria carthagenensis</i>		
<i>Psychotria galeotiana</i>		
<i>Quercus acutifolia</i>	Encino (es), Chiquinib (tso), Chiquinib (tse)	X
<i>Quercus benthamii</i>	Tulan (tse)	X
<i>Quercus candicans</i>	Encino blanco (es), Sakiok (tso), Lejpat-ijite' (tse)	X
<i>Quercus crassifolia</i>	Roble (es), Bochte' (tso) Bojch-ijite' (tse)	X
<i>Quercus crispipilis</i>	Chikinib (tso), Tsots-ijite' (tse)	X
<i>Quercus lancifolia</i>	Tulan (tso)	X
<i>Quercus laurina</i>	Chikinib (tso), Chikinib (tse)	X
<i>Quercus ocoteifolia</i>	Encino (es), Chikinib (tso)	X
<i>Quercus peduncularis</i>	Tulan (tso) K'ewex-ijite' (tse)	X
<i>Quercus polymorpha</i>	Lanxin	X
<i>Quercus rugosa</i>	Roble (es), Tulan (tso), K'antulan (tse)	X
<i>Quercus sapotifolia</i>	Zapotillo (es)	X
<i>Quercus sebifera</i>		X
<i>Quercus segoviensis</i>	Tulan (tso)	X
<i>Quercus skutchii</i>	Roble (es)	X
<i>Quercus</i> sp.	Tulan (tso)	X
<i>Quercus</i> sp. 1		X
<i>Quetzalia contracta</i>	Meste'ka' (tso)	

				x	30-35
				x	30-35
				x	50-60
				x	30-35
				x	30-35
				x	35-45
				x	35-45
				x	30-35
				x	15-18
				x	60-65
			x	x	40-45
				x	15-30
				x	15-30
				x	50-60
		x			90-100
x					60-70
				x	60-70
				x	45-50
				x	60-70
				x	100-120
				x	40-60
				x	60-65
				x	?
				x	40-50
				x	30-35
				x	?
				x	45-50
				x	50-60
				x	50-60
				x	55-60
				x	90-100
				x	30-45
					60-70
					60-70
x			x	x	60-70

<i>Randia aculeata</i>	Xk'im (tso)	
<i>Rhamnus capreifolia</i>	Palo amarillo (es) k'ante' (tso), K'an-olte' (tse)	
<i>Rhamnus sharpii</i>	k'ante' (tso), K'an-olte' (tse)	
<i>Saurauia oreophila</i>	Moquillo (es), Ajoj (tso), Ajoj (tse)	
<i>Saurauia scabra</i>	Moquillo (es), Ajoj (tso), Ajoj (tse)	
<i>Styrax argenteus</i>	Estoraque	
<i>Styrax glabrescens</i>		
<i>Styrax magnus</i>		
<i>Symplocos breedlovei</i>		X
<i>Synardisia venosa</i>	Pajalte', (tso), Muk'ul-tilil (tse)	
<i>Taxodium mucronatum</i>	Sabino, ahuehuete	
<i>Ternstroemia lineata</i> subsp. <i>chalicophylla</i>	Koxoxte' (tso), Tsajalte' (tse)	X
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	Memelita (es)	X
<i>Trophis mexicana</i>	Ramón de mico (es)	
<i>Turpinia paniculata</i>	Chijitete' (tso)	
<i>Turpinia tricornuta</i>	Chijitete' (tso)	
<i>Ulmus mexicana</i>	Olmo	
<i>Vaccinium confertum</i>	Ajate'es (tso), Ajates (tse)	
<i>Verbesina perymenioides</i>	Baskunte' (tse)	
<i>Vernonia arborescens</i>	Ts'im	
<i>Vernonia canescens</i>	Ts'im	
<i>Viburnum hartwegii</i>	Isbon (tso) Tsajal tsop (tse)	
<i>Viburnum jucundum</i>	Isbon, Tsop (tso) Sakil tsop (tse)	
<i>Weinmannia pinnata</i>	Tsitsim	
<i>Xylosma flexuosum</i>	Manzanita del diablo (es)	
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	Elmonix-te' (tse)	
<i>Zinowiewia rubra</i>		

	x		x		60-70
			x		25-30
			x		60-65
				x	50-60
				x	?
				x	50-60
				x	?
				x	35-45
				x	90-100
				x	35-45
			x		50-60
		x	x		90-100
		x	x		90-100
				x	120-130
x	x		x		35-50
x	x		x		35-50
				x	?
				x	?
				x	?
				x	?
				x	?
x	x				90-120
	x				90-120
				x	?
				x	?
				x	90-100
				x	?



“Guía de propagación de árboles nativos para la recuperación de bosques”
Fotografías de Neptalí Ramírez Marcial, excepto páginas 10, 26, 35, 54 de Angélica

Camacho Cruz y páginas 22, 66, 67 de Juan Manuel Ramírez López.

Diseño y diagramación: Rina Pellizzari Raddatz

Corrección de estilos: Laura López Argoytia

Impresión: Servicios Profesionales de Impresión, SEPRIM

3a Cerrada de Técnicos y Manuales 19 interior 52

Colonia Lomas Estrella Delegación Iztapalapa, C. P. 09880

Tels: 54437753 / 54437754, México D. F.

Tiraje: 500 ejemplares

Chiapas, México.

Julio 2012