



Notas sobre la propagación y manejo de árboles nativos de Veracruz (México)

Proyecto 'Utilizando árboles nativos de importancia
para las comunidades locales para fortalecer
la reforestación en México'

Royal Botanic Gardens
Kew


Facultad de Estudios Superiores
IZTACALA

**pro
natura**
asociación civil


INECOL
EL INSTITUTO DE ECOLOGÍA

Financiado por



Garfield Weston
FOUNDATION

La impresión de este documento ha sido apoyada por



Tabla de contenidos

Agradecimientos	3
1. Introducción	4
1.1 Diversidad vegetal de México.....	4
1.1.1 Bosque Mesófilo de Montaña (BMM).....	4
1.1.2 Bosques nativos de México: amenazas y conservación	4
1.2 Estrategias para la conservación de especies vegetales.....	5
1.2.1 Conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i>	5
1.3 Proyecto	7
1.3.1 Objetivo general y componentes del proyecto	7
2. Materiales y métodos	9
2.1 Especies objeto de la entrevista	9
2.2 Vivero Bosque Mesófilo de Montaña (BMM).....	12
2.3 Técnicas de propagación	18
2.3.1 Tratamientos pre-siembra	18
2.3.2 Siembra	28
2.3.3 Trasplante.....	33
2.3.4 Cuidados y plagas	37
2.4 Donación de las plántulas	45
2.5 Vivero Comunitario y Centro de Compostaje de Coatepec: un proyecto recién nacido	46
3. Resultados	49
3.1 Información de propagación (Fichas técnicas)	49
4. Referencias	92
5. Citación.....	94

Agradecimientos

Estas entrevistas se realizaron en el marco del Proyecto 'Using native trees important for local communities to enhance reforestation in Mexico', financiado por la Fundación Garfield Weston, que se agradece por su valioso apoyo.

Se agradecen las instituciones responsables del proyecto: Royal Botanic Gardens, Kew (RBG Kew) o el Real Jardín Botánico de Kew, la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (FES-I UNAM), y la ONG Pronatura Veracruz (PVER).

Se agradece también la Fundación 'Centro Europeo Università e Ricerca' (CEUR), que proporcionó los fondos para la estancia en México de Silvia Bacci que contribuyó al proyecto y condujo las entrevistas en persona en México.

La parte principal y presencial de las entrevistas se llevó a cabo en el Vivero Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) de PVER, gracias a la disponibilidad, el conocimiento inestimable, y la fundamental colaboración de la bióloga curadora del Vivero BMM Lucero García Miranda, coautora de estas entrevistas. Un especial agradecimiento al equipo de trabajadoras/es del Vivero BMM, que han contribuido a las actividades con gran esfuerzo y profesionalidad.

Se agradece también a Azucena Soledad Chaga Morales, responsable de otro vivero de PVER, el Vivero Mulato, por sus consejos sobre la propagación de algunas especies que no crecen fácilmente en el Bosque Mesófilo de Montaña. Gracias al Biólogo Gustavo Martín Ortíz para la información proporcionada sobre el Vivero Comunitario para la Producción de Especies Nativas del Bosque Mesófilo de Montaña y Centro de Compostaje del municipio de Coatepec.

Un agradecimiento a los equipos de recolección de semillas de PVER y de la FES-I UNAM, sin los cuáles las semillas de las especies nativas no llegarían en el Vivero BMM para la propagación.

Se agradecen también todas las personas involucradas en la reforestación, desde las instituciones científicas, como el Instituto de Ecología (INECOL), hasta todas las personas que utilizan los árboles donados por el Vivero BMM para reforestar.

Gracias a todas/os las/los colaboradoras/es del proyecto de todas las instituciones asociadas (RBG Kew, FES-I UNAM, PVER, INECOL) porque han contribuido al logro del objetivo común de salvaguardar la diversidad vegetal del estado de Veracruz, y en particular de los bosques de niebla.

1. Introducción

1.1 Diversidad vegetal de México

México es considerado un país megadiverso, segundo en el mundo por número de ecosistemas y cuarto por especies, con alrededor de 26,000 especies de plantas vasculares nativas, de las cuales el 50% son endémicas (Rodríguez-Arévalo et al., 2017; Ulian et al., 2017; Téllez et al., 2020). Además, hay cerca de 9,000 especies de plantas con al menos un uso reportado, 25% de las cuales están documentadas como comestibles (Rodríguez-Arévalo et al., 2017; Ulian et al., 2021). México se encuentra también entre los diez primeros países con la mayor riqueza de especies arbóreas, que son alrededor de 3,500 (Tellez et al., 2020).

1.1.1 Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)

Un tipo de bosque nativo mexicano particularmente interesante es el bosque mesófilo de montaña (BMM) o 'bosque de niebla', que a pesar de ocupar apenas 1% (18,534 km²) del territorio nacional almacena una increíble biodiversidad: se calcula que el BMM es habitado por casi un 10% de las especies de plantas del país (2,500 especies), de las cuales un 30% son endémicas (CONABIO, 2022).

Estos bosques son distribuidos en zonas entre 600 y 3,100 metros sobre el nivel del mar, y son caracterizados por una humedad muy alta; la temperatura media anual oscila entre 12° y 23°C, aunque durante el invierno las temperaturas pueden caer por debajo de 0°C (CONABIO, 2022).

1.1.2 Bosques nativos de México: amenazas y conservación

Los bosques nativos de México prestan una grande cantidad de servicios ambientales: captura de carbono; retención de humedad; mitigación del cambio climático; regulación de los ciclos biogeoquímicos; filtración de los contaminantes; prevención de la erosión de los suelos; formación de materia orgánica; provisión de alimentos, medicinas, madera etc. (CONABIO, 2022).

Lamentablemente, México ha estado interesado por una fuerte deforestación: en 2002, la cobertura de bosques tropicales y templados era solo del 38% de su extensión original (Tellez et al., 2020), y se estima que el 20% de los bosques mexicanos ahora existentes podrían perderse para 2050 (Rodríguez-Zúñiga et al., 2022). El BMM también se considera en peligro: de hecho, en México sólo queda aproximadamente un 55% de la cobertura original del BMM, y de esto la mitad es bosque secundario (alias 'Bosque que surge después de la tala y el abandono de tierras previamente boscosas', Toledo-Aceves et al., 2022) muy fragmentado (Toledo-Aceves et al., 2022).

Las principales amenazas al BMM y a los bosques mexicanos en general son la tala clandestina; la expansión agrícola y ganadera (cultivación de café y de aguacate); la urbanización; el cambio

climático (Mendoza-Hernández et al., 2019; Domínguez-Yescas et al., 2020; Tellez et al., 2020; CONABIO, 2022; Toledo-Aceves et al., 2022).

En las últimas décadas, en México se han llevado a cabo programas de reforestación a gran escala para hacer frente a la deforestación. Sin embargo, la falta de información sobre las especies de árboles nativos ha llevado al uso de especies exóticas como *Eucalyptus* y *Casuarina* spp. (Tellez et al., 2020).

Por lo tanto, es crucial ampliar el conocimiento de las especies de árboles nativos de México para implementar medidas efectivas de restauración de ecosistemas y conservación de plantas adecuadas para salvaguardar la rica diversidad de plantas nativas de este país.

1.2 Estrategias para la conservación de especies vegetales

Para detener la continua pérdida de diversidad vegetal, las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) adoptaron en 2002 la Estrategia Mundial para la Conservación de las Especies Vegetales (Sharrock et al., 2014; Estrategia Mundial (cbd.int)).

La Estrategia Mundial para la Conservación de las Especies Vegetales establece objetivos para la conservación de las especies vegetales que deben alcanzarse para 2020 como parte del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020.

Desafortunadamente, a pesar de todos los esfuerzos de conservación, los objetivos mundiales de biodiversidad no se han alcanzado plenamente, como lo confirma el primer borrador del Marco Mundial de la Diversidad Biológica posterior a 2020 publicado en julio de 2021 por la Secretaría del CDB (Xu et al., 2021).

1.2.1 Conservación *in situ* y *ex situ*

Las metas 7 y 8 de la Estrategia Mundial para la Conservación de las Especies Vegetales expresan la necesidad de aplicar medidas eficaces de conservación de las plantas *in situ* y *ex situ*, ya que sus objetivos son 'la conservación *in situ* de al menos un 75% de las especies vegetales amenazadas conocidas' (Meta 7); 'la conservación *ex situ* de al menos un 75% de las especies vegetales amenazadas, preferiblemente en el país de origen, y estando un 20% disponible para programas de recuperación y restauración' (Meta 8) (Sharrock et al., 2014; Estrategia Global (cbd.int)).

La conservación *in situ* y *ex situ* son dos estrategias para la conservación de las plantas, construidas sobre diferentes principios: la conservación *in situ* consiste en proteger las plantas en su hábitat natural; la conservación *ex situ* conserva las plantas fuera de sus hábitats naturales resguardando en bancos de germoplasma diferentes materiales vegetales como semillas, ejes embrionarios, brotes, etc. (O'Donnell & Sharrock, 2017; Breman et al., 2021).

La mejor manera de conservar las plantas es integrar los dos enfoques: de hecho, la conservación *in situ* permite de salvaguardar la estructura, complejidad, y diversidad genética de las poblaciones naturales de plantas, así como sus ecosistemas; la conservación *ex situ* puede proteger la diversidad vegetal sin la amenaza de la pérdida de hábitat (Liu et al., 2020; Téllez et al., 2020; Breman et al., 2021).

Sin embargo, la conservación *ex situ* requiere menos tiempo y, en general, es más rentable que la *in situ* (Liu et al., 2020; Téllez et al., 2020; Breman et al., 2021).

Una de las formas más eficientes de garantizar la conservación a largo plazo de la diversidad genética vegetal en un espacio limitado es el almacenamiento de semillas en bancos de semillas (O'Donnell & Sharrock, 2017; Liu et al., 2020; Breman et al., 2021).

No obstante, esto solo permite conservar plantas con semillas; además, entre estas no todas las especies pueden conservarse con éxito en bancos de semillas.

Refiriéndose a los estándares del Real Jardín Botánico de Kew para las condiciones de conservación de semillas, las semillas se conservan en bancos de semillas a -20 ± 3 ° C, después de haberlas secado al 15% de Humedad Relativa (HR) a 15 ° C (Liu et al., 2020; Ballesteros et al., 2021). Por lo tanto, las semillas necesitan sobrevivir a la desecación y temperaturas bajo cero para ser almacenadas en bancos de semillas. Las **semillas ortodoxas** son las que se pueden conservar a largo plazo en los bancos de semillas: de hecho, sobreviven a la desecación y las bajas temperaturas, ya que toleran el secado al 3-7% de contenido de humedad y el almacenamiento a temperaturas bajo cero (Mattana et al., 2020; Ballesteros et al., 2021). Por otro lado, las **semillas recalcitrantes** no toleran el secado a un contenido de humedad inferior al 20% y temperaturas bajo cero (Ballesteros et al., 2021). El género *Quercus* sp. típicamente tiene semillas recalcitrantes, y México es el primer país del mundo en riqueza de especies de roble (Tellez et al., 2020).

La criopreservación es una técnica que se puede utilizar para almacenar semillas recalcitrantes a aprox. -196 °C (nitrógeno líquido), aunque todavía se esté implementando (Ballesteros et al., 2021; Pence et al., 2022). Las **semillas intermedias** pueden sobrevivir a la desecación, pero se mueren a bajas temperaturas, pues no toleran el almacenamiento a -18 ± 3 ° C (Ballesteros et al., 2021).

Al menos el 8% de las plantas con semillas tienen semillas recalcitrantes (Visscher et al., 2023), y alrededor de 33% de las especies de árboles en todo el mundo producen semillas sensibles a la desecación (Mattana et al., 2020); además, la mayoría de las especies con semillas recalcitrantes habitan ambientes tropicales altamente biodiversos (Pritchard et al., 2014).

Entonces, es fundamental encontrar formas efectivas de conservar y almacenar especies con semillas recalcitrantes (Pence et al., 2022).

1.3 Proyecto

La presente entrevista se ha realizado como parte de un proyecto de conservación de árboles útiles nativos del estado de Veracruz y de México para incrementar la reforestación (título ‘Using native trees important for local communities to enhance reforestation in Mexico’), llevado a cabo gracias a una colaboración entre el Real Jardín Botánico de Kew (Reino Unido), la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Autónoma de México (México), y la ONG Pronatura Veracruz (México). El Instituto de Ecología (INECOL) también está contribuyendo a este proyecto. El proyecto empezó en el año 2020 (2020–2023) en continuación de otro proyecto titulado ‘Conservación científica de especies arbóreas en México’ (2015–2019), financiado por la Fundación Weston. La colaboración entre el Real Jardín Botánico de Kew y la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Autónoma de México empezó en 2002 bajo la Alianza del Banco de Semillas del Milenio (Millenium Seed Bank Parternship), y de ahí nacieron varios proyectos para la conservación de la diversidad vegetal mexicana (Rodríguez-Arévalo et al., 2017; Ulian et al., 2017; Tellez et al., 2020; Ulian et al., 2021). La colaboración entre el Real Jardín Botánico de Kew y la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Autónoma de México empezó en 2002 bajo la Alianza del Banco de Semillas del Milenio (Millennium Seed Bank Parternship), y de ahí nacieron varios proyectos para la conservación de la diversidad vegetal mexicana (Rodríguez-Arévalo et al., 2017; Ulian et al., 2017; Tellez et al., 2020; Ulian et al., 2021).

1.3.1 Objetivo general y componentes del proyecto

El objetivo principal del proyecto ‘Utilización de árboles nativos importantes para las comunidades locales para potenciar la reforestación en México’ es diversificar la conservación y propagación de árboles nativos importantes para los medios de vida de las comunidades locales para apoyar las actividades de reforestación en México (con enfoque en el estado de Veracruz) mediante el estudio y la aplicación de técnicas eficientes de propagación de semillas, así como la concientización de los servicios ecosistémicos proporcionados por los bosques nativos.

El proyecto se ha implementado a través de los siguientes ‘Work Packages’ (WP), o sea ‘paquetes de trabajo’:

WP1. Selección de especies: se produce una lista de especies priorizadas para la conservación en función de sus usos en las comunidades locales, de su rareza, y de su estado de conservación (p. ej. según las categorías de la Lista Roja de las Especies Amenazadas de la UICN).

WP2. Conservación de semillas: se recolectan al menos 25 colecciones de semillas por año para la conservación a largo plazo en bancos de semillas.

WP3. Investigación de semillas: se estudia la ecología, biología, y reacción al almacenamiento de semillas de al menos 25 especies objetivo.

WP4. Certificación de semillas, propagación de plantas y distribución de plántulas: al menos 15 especies objetivo se mapean como fuentes de semillas/material vegetal certificado, se propagan, y se ponen a disposición para su distribución. Además, se elaboran **fichas técnicas** disponibles en línea sobre fenología, propagación, cuidados, y usos de estas especies.

WP5. Ensayos experimentales de reforestación: se estudia el rendimiento de las plántulas (tasas de crecimiento y supervivencia) de al menos 5 árboles nativos de uso múltiple y se incluye en las fichas técnicas del WP4.

WP6. Medios de vida comunitarios: se evalúa el impacto socioeconómico del proyecto.

La presente entrevista tiene la finalidad de contribuir a la recopilación de una parte fundamental de información para completar las Fichas técnicas del WP4.

2. Materiales y métodos

La presente entrevista se ha realizado en el Vivero BMM de la ONG Pronatura Veracruz, y la persona entrevistada fue la Bióloga curadora responsable del vivero Lucero García Miranda. La entrevista se hizo combinando preguntas con actividades prácticas y tomas de fotografías.

La entrevista fue organizada en dos partes principales: la primera junta informaciones sobre las técnicas de propagación más generales utilizadas en el Vivero BMM, y la segunda trata más específicamente de las especies objeto de las Fichas técnicas del WP4.

La experiencia práctica y los conocimientos acumulados hicieron que el Vivero BMM desarrollara sus propios métodos y su propia visión, como lo demuestra esta frase de Lucero García Miranda, clave para entender la perspectiva general del Vivero BMM:

‘Cada vivero y cada productor, cada lugar tiene técnicas y condiciones diferentes...

Mejor entender la Naturaleza, es como las cosas funcionan...sin forzar’.

Esta frase comunica dos conceptos principales: la necesidad de entender las condiciones climáticas y ambientales locales, y la importancia de basarse en la observación de los procesos naturales para garantizar una propagación eficiente de las especies vegetales.

2.1 Especies objeto de la entrevista

Las especies que fueron objeto específico de la entrevista son las 22 que están incluidas en la lista de priorización para las Fichas técnicas del WP4 del proyecto Weston (Tabla 1). Sin embargo, este documento incluye información adicional sobre especies que no hacen directamente parte de la lista.

Tabla 1. Lista de las 22 especies objeto de entrevista propagadas en el Vivero BMM. Indicados nombres científicos, autores de los nombres científicos, nombres comunes, y código IPNI.

Nombre científico	Autor	Nombre común	Código IPNI
<i>Abies hickelii</i>	Flous & Gausson	abeto, oyamel, oyamel de suárez, pinabeto	676576-1
<i>Clethra mexicana</i>	D.C.	jaboncillo, madroño, mamajuaxtle, marangola	327610-1
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	(Willd.) Spreng.	algodón silvestre, carne de perro, palo amarillo, pongolote	111539-1
<i>Cordia dodecandra</i>	A. DC.	cópite, siricote, trompillo	114110-1
<i>Ehretia tinifolia</i>	L.	frutillo, mandimbo, palo verde, roble, roble prieto de cuba	116139-1
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	(Jacq.) S.O. Grose	araguaney, guayacán, primavera, roble amarillo	77085066-1
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Rose	calahuate, cajeta, baboso, jonote blanco	119600-2
<i>Inga vera</i>	Willd.	acotope, chalahuite, cuajinicuil, jinicuile	1006087-2
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	Rose	acotope, cazahuate, ozote, palo de muerto, patancán blanco	129814-2
<i>Juglans pyriformis</i>	Liebm.	cedro nogal, michpa, nogal, nogal chimarrón	442423-1
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Benth.	frijolillo, gusanillo, habín, marinero, palo de chombo, palo de gusano	502966-1
<i>Meliosma alba</i>	(Schltdl.) Walp.	ayon, cedrillo, cedro blanco, fresno, palo blanco, sauco	776163-1
<i>Ocotea disjuncta</i>	Lorea-Hern.	vara negra	325853-2

<i>Oreomunnea mexicana</i>	(Standl.) J.-F. Leroy	caudillo, nicoxcuahuitl, palo de zopilote	176145-2
<i>Persea schiedeana</i>	Nees	aguacate del monte, chinini, chenine, coyo, pagua	190745-2
<i>Quercus delgadoana</i>	S.Valencia Nixon & L.M.Kelly	encino	77116614-1
<i>Quercus pinnativenulosa</i>	C.H.Mull.	encino rojo	216241-2
<i>Quercus sapotifolia</i>	Liebm.	encino, encino blanco, encino colorado, encino duela, encino hojas de zapote, quebracho, roble, zapotillo	296719-1
<i>Quercus xalapensis</i>	Bonpl.	barrilillo, capulincillo, encino, encino de asta	296926-1
<i>Spondias mombin</i>	L.	ciruela agria, ciruela amarilla, ciruela de monte, jobo, mulato	71480-1
<i>Tapirira mexicana</i>	Marchand	bienvenido, cacao, caobilla, duraznillo	71566-1
<i>Tara cacalaco</i>	(Bonpl.) Molinari & Sánchez Och.	cascalote, chalala, huizache, palo fierro, tehuixtle	60471701-2

2.2 Vivero Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)

El vivero 'Bosque Mesófilo de Montaña' (BMM) está situado en el municipio de Tlalnahuayocan (Xalapa, estado de Veracruz, México), en una zona de colinas donde se encuentran parcelas de bosque mesófilo de montaña (II.1), cuyas especies son propagadas en el vivero.

El Vivero BMM se encuentra también en un cerro, al pie del cual hay un lago que se utiliza para abastecer el agua para el mismo vivero (II.2).



Ilustración 1. Parcela de Bosque Mesófilo de Montaña en el sendero que lleva en el Vivero BMM.:

Silvia Bacci / © RBG Kew



Ilustración 2. Lago artificial al pie del cerro donde se encuentra el Vivero BMM.

Silvia Bacci / © RBG Kew

El vivero es compuesto de diferentes áreas:

- Un pequeño invernadero, llamado 'Casa semilla', dónde las semillas se limpian, dónde se siembra, y dónde se abrigan las jóvenes plántulas (II.3).
- Un área principal de trasplante y propagación, tapada con una malla sombra de protección (II.4).
- Un área más soleada (II.5), dónde se mantienen las plántulas de clima más cálido, que no son propiamente típicas del BMM, y dónde hay un refugio para las plántulas de la rara especie de encino *Quercus insignis* M.Martens & Galeotti (II.6).
- Un área de recreo y de descanso para los trabajadores del vivero, dónde también se almacenan varias herramientas de trabajo, y dónde hay una compostera y un baño seco que convierten el lugar aún más ecosostenible.

Las especies propagadas son normalmente árboles y arbustos típicos del BMM, aunque también se propaguen especies costeras y de climas más cálidos. Las plántulas son utilizadas para los proyectos científicos de reforestación (p. ej. Proyecto Weston), pero también son donadas a cafetaleros y agricultores locales.

Las semillas que llegan al Vivero BMM son en mayor parte recolectadas por el equipo de colectores de Pronatura Veracruz: si las semillas no sobreviven a la desecación y a bajas temperaturas, condiciones necesarias para conservarlas a largo plazo, significa que son ‘recalcitrantes’, y entonces se llevan luego en el Vivero BMM para ser propagadas. Si las semillas pueden ser almacenadas, se conservan en la Reserva de Semillas (RESEM) de Pronatura Veracruz, que constituye una importante fuente de semillas para el Vivero BMM. La RESEM fue instituida en el 2015 con el objetivo de coleccionar y almacenar germoplasma nativo de los ecosistemas de Veracruz, y actualmente almacena cerca de tres millones de semillas de 56 especies, principalmente de BMM y selva baja caducifolia.



Ilustración 3. El invernadero ‘Casa Semilla’ del Vivero BMM.

Lucero García / © PVER



Ilustración 4. Área principal de trasplante y propagación en el Vivero BMM.

Lucero García / © PVER



Ilustración 5. Área soleada del Vivero BMM donde se mantienen las plántulas de especies de climas más cálidos.

Silvia Bacci / © RBG Kew



Ilustración 6. Refugio construido para defender las plántulas de *Q. insignis* de los ataques de las ardillas. En la foto Lucero García revisando las plántulas.

Silvia Bacci / © RBG Kew

Cada especie es identificada por un letrero que trae escrita mucha información: nombre científico y nombre común; un acrónimo que lleva información sobre la colecta de las semillas; la 'fecha de bolsa' o 'fecha de trasplante', que indica la fecha de trasplante del semillero a la bolsa de vivero; cintas de diferentes colores que indican la destinación final de las plántulas, como por ejemplo haciendo referencia a un proyecto para el cual una especie está siendo propagada (II.7).

A veces se indica también la fecha de siembra en los letreros, aunque esta se encuentre normalmente explicitada solo en los semilleros y en los formatos donde se registra toda la información sobre siembras, trasplantes, y donaciones del vivero (II.8).

El acrónimo presente en los letreros es compuesto por tres letras que indican las iniciales del nombre científico; el año, mes, y día de colecta; las iniciales del nombre de la colectora o del colector; el número de colecta. Las citas coloradas de los letreros son azules cuándo se trata de plantas para el proyecto Weston; amarillas cuándo van a servir específicamente para los ensayos

de reforestación del proyecto Weston (WP5); verdes si son plantas reservadas para la donación a cafetaleros, o si son aptas para ser plantadas en cafetales de sombra; rojas si se trata de plantas exóticas.



Ilustración 7. Ejemplo de letrero del Vivero BMM: nombre científico, nombre común, acrónimo, Fecha de Bolsa (FB), y citas coloradas.

Silvia Bacci / © RBG Kew



Ilustración 8. Ejemplo de un tipo de formato del Vivero BMM para registrar información sobre las semillas sembradas: clave de colecta; nombre científico; nombre común; tratamiento pre-germinativo; fecha de siembra; fecha de germinación; peso del lote de semillas; número de semillas; fecha de trasplante.

Silvia Bacci / © RBG Kew

2.3 Técnicas de propagación

Una vez que las semillas vienen recolectadas, se traen al Vivero BMM para la propagación.

Las semillas que llegan al vivero son todas de temporada, entonces frescas y recién recolectadas; normalmente no se almacenan en el vivero, por qué vienen propagadas directamente.

2.3.1 Tratamientos pre-siembra

Los principales tratamientos pre-siembra son:

- ❖ **Limpiar las semillas.**
- ❖ Hacer una **prueba de flotación** (si es aplicable).
- ❖ Tratamiento con **cloro** y/o con ***Trichoderma* sp.**
- ❖ **Drenar y secar** las semillas.
- ❖ **Pesar** las semillas.

Cuándo las semillas llegan al vivero completas de frutos, se tienen que limpiar dando precedencia a las que tienen un fruto carnoso y semillas recalcitrantes. Es importante limpiar primeramente las semillas contenidas en frutos carnosos, cómo en general estos se pudren más rápidamente,

poniendo las semillas en peligro de ser atacadas por hongos. Por otro lado, las semillas recalcitrantes necesitan ser sembradas luego después del período de dispersión por qué no pueden sobrevivir la desecación.

Por ejemplo, en el caso del 'zapote blanco' (*Casimiroa edulis* La Llave), las semillas se procesan más rápidamente ya que son recalcitrantes y los frutos son carnosos.

Sin embargo, a veces se recolectan frutos que no están suficientemente maduros, y que por eso tienen que ser dejados madurar un tiempo antes de sacar las semillas. Evitar sacar las semillas cuando estén aún inmaduras asegura que puedan estar suficientemente listas para poder germinar con suceso después.

Hampea integerrima Schlttdl. ('cucharero') también tiene semillas recalcitrantes (II.9), pero es importante esperar que la fruta suelte espontáneamente las semillas para que estén listas para la siembra. Como es visible en la II.9, las semillas del cucharero, una vez maduras, cambian el color de claro a oscuro; además, las fibras blancas que atacan las semillas al fruto viran a un color rojizo cuando esas estén listas para ser sembradas.



Ilustración 9. Frutos y semillas de *H. integerrima*: a) frutos antes de ser limpiados; b) Lucero García enseñando la diferencia entre semillas maduras (negras con fibras rojizas) e inmaduras (blancas con fibras blanco-verdes).

Silvia Bacci / © RBG Kew

Otra especie que es importante procesar correctamente para no afectar negativamente la germinación es *Tabernaemontana litoralis* Kunth, también llamada 'lechero' o 'huevos de gato' (II.10).

Esta especie tiene una semilla intermedia, y es fundamental no sacar las semillas del fruto antes que esté totalmente maduro. El fruto cuando maduro se abre, tiene menos látex, y la pulpa empieza a ablandarse. Las semillas superficiales pueden ya estar listas para ser procesadas, pero las que están en la parte más interior del fruto pueden aún necesitar tiempo de maduración, aunque la pulpa ya se esté pudriendo: de ahí la dificultad de tratar con este tipo de semillas.

La II.11 muestra algunos detalles sobre el procesamiento de las semillas de *T. litoralis*: la limpieza de las semillas en agua para quitarles la pulpa, y la fase final de secado de las semillas.

La II.12 muestra las semillas de *T. litoralis* limpiadas y secadas, como también un ejemplo de pruebas de corte de una semilla sana y de una no vital, que se distinguen por el color externo e interno (semilla sana = oscura por fuera y blanca por dentro; semilla no vital = clara por fuera y oscura por dentro).



Ilustración 10. Frutos de *T. litoralis* en diferentes estadios de maduración.

Silvia Bacci / © RBG Kew



Ilustración 11. Fase de procesamiento de las semillas de *T. litoralis*: a) fase de limpieza (Lucero García en la foto); b) fase de secado (Ana Zamora en la foto).



Ilustración 12. Semillas de *T. litoralis* lavadas y secadas: a) detalle general que muestra semillas diferentes colores; b) sección de semilla vital (oscura por fuera y blanca por dentro); c) sección de semilla no vital (clara por dentro y oscura por fuera).

Silvia Bacci / © RBG Kew

En el Vivero BMM las semillas se limpian manualmente o con tamices con diferentes tamaños de malla.

En el caso de frutos carnosos, las semillas se lavan para quitarles la pulpa, y al mismo tiempo se les hace una prueba de flotación y un tratamiento con hipoclorito de sodio.

La prueba de flotación se hace para ver cuáles semillas pueden estar vanas, cómo esas normalmente se quedan flotando en superficie. Si no hay muchas semillas que flotan, estas simplemente se desechan sin que vengan pesadas, aunque se mantienen para hacer análisis sucesivos (p. ej., pruebas de corte para ver el estado del embrión) cuándo hay muchas semillas que flotan, al fin de evaluar si sembrarlas aparte o simplemente desechárlas.

Un caso particular es el de los encinos: cuándo las semillas de los encinos flotan, normalmente quiere decir que están plagadas, pero esto no significa que no puedan germinar, aunque las plántulas de estas semillas probablemente estarán menos vigorosas. De hecho, los encinos con frecuencia tienen poliembrionía: entonces, aunque las semillas floten, no significa necesariamente que no puedan germinar, ya que las plagas pueden no haber afectado toda la semilla. *Quercus insignis* M.Martens & Galeotti no tiene poliembrionía, pero no es fácil que el embrión se haya muerto, aunque plagado, por causa del tamaño y del vigor de la semilla (II.13); de cualquier manera, las semillas de esta especie no se desechan en ningún caso ya que es una especie rara.

En resumen, cuándo las semillas de los encinos flotan, excluyendo *Q. insignis*, o se cortan para ver el nivel de infestación, o simplemente se siembran aparte para ver si algo germina: más adelante se seleccionarán las plántulas más vigorosas.



Ilustración 13. Semillas germinadas de *Q. insignis*.

Silvia Bacci / © RBG Kew

Es importante aprovechar el momento de limpia de las semillas en agua para hacer la prueba de flotación para evitar volver a mojar las semillas y entonces favorecer el establecimiento de hongos por el exceso de humedad.

También es necesario no dejar durante demasiado tiempo las semillas en agua, dependiendo de las especies: por ejemplo, en el caso de *Cedrela odorata* L. ('cedro rojo'), las semillas si son dejadas demasiado en agua se revientan. En otros casos, como con *Erythina mexicana* Mill. ('colorín'), no hay problema en dejar las semillas en agua por más tiempo, porque tienen una testa muy dura.

Para impulsar la germinación en *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake ('árbol del zope'), las semillas se dejan durante horas en agua tibia como tratamiento de cebado.

Entonces, dependiendo de las especies, las semillas se pueden mantener en agua más o menos tiempo si se incluye algún tratamiento de cebado en adición a la prueba de flotación, que normalmente dura aprox. diez minutos.

Sin embargo, limpiar las semillas en agua y hacer una prueba de flotación puede no ser necesario o indicado en todos los casos: por ejemplo, las semillas que no vengan de frutos carnosos y que sean muy ligeras o con estructuras de dispersión particulares (p.ej. alas y vellosidades) no se lavan por qué ya salen del fruto listas para ser sembradas, y no hace sentido hacer la prueba de flotación como este tipo de semillas naturalmente flota por su morfología. Unos ejemplos de especies o

géneros cuyas semillas no se lavan ni se incluyen en pruebas de flotación son *C. odorata*; *Clethra mexicana* DC. ('jaboncillo'); *Handroanthus* Mattos ('guayacán'); *Heliocarpus* L. ('jonote'); *Liquidambar* L. ('liquidambar'); *Oreomunnea mexicana* (Standl.) J.-F. Leroy ('caudillo'); *Platanus wrightii* S. Watson (ex *Platanus mexicana* Torr., 'álamo blanco' - Il.14); *Tabebuia* Gomes ex DC. ('amapes'); *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth ('algodoncillo' - Il.15).



Ilustración 14. Ejemplo de especie a la que no se hace la prueba de flotación: semillas de *P. wrightii* con vellosidades en evidencia.

Silvia Bacci / © RBG Kew



Ilustración 15. Ejemplo de especie a la que no se hace la prueba de flotación: semillas de *T. stans* con alas en evidencia.

Silvia Bacci / © RBG Kew

En los casos de semillas que se limpian en agua, durante la limpia/prueba de flotación, las semillas se tratan con hipoclorito de sodio, que se añade con una proporción de 5 ml por cada litro de agua (solución al 5%): este pasaje se hace para parcialmente esterilizar las semillas, y prevenir sucesivos ataques de hongos. Las semillas se dejan en la solución indicativamente por diez minutos.

Después de la fase de limpia en agua, las semillas se tienen que hacer airear, y eso es fundamental para evitar sembrarlas aún húmedas, dado que en ambientes con alta humedad del aire como en el caso del Bosque Mesófilo de Montaña esto causaría la pudrición de las semillas y facilitaría los ataques de patógenos.

Por eso las semillas se dejan secar durante por lo menos un día sobre papel o cartón, y después se dejan airear dentro de unos tamices en la Casa Semilla antes de ser sembradas.

Una vez secas, las semillas se pueden también tratar con un producto a base de *Trichoderma* sp., un hongo benéfico que previene el ataque de hongos patógenos, especialmente en épocas de lluvias.

Antes de sembrar, las semillas se pesan y los datos son registrados. En el caso de grandes cantidades de semillas que flotan en la prueba de flotación, esas se pesan separadamente.

2.3.2 Siembra

Como ya mencionado, las semillas recalcitrantes se siembran luego, mientras las semillas ortodoxas, o sea las que sobrevivan a la desecación, se pueden guardar en la Casa Semilla antes de la siembra. Siempre es importante sembrar semillas que estén maduras; además, es importante sembrar las semillas sin exceso de humedad para evitar que se pudran y que las ataquen los patógenos, especialmente en la época invernal más fría. Un detalle interesante es que las semillas recalcitrantes son generalmente más afectadas por el exceso de humedad que las semillas ortodoxas.

Dos técnicas principales de siembra son utilizadas:

- **Técnica de voleo**, que consiste en sembrar las semillas de forma casual y uniforme en el semillero, para no ir acomodando las semillas una por una (II.16).
- **Técnica de siembra de doble excavación** (también conocida como '**cama de almácigo**' y '**cama elevada**', II.17), que consiste en sembrar las semillas en camas elevadas de aproximadamente 20-30 cm de profundidad para que las plántulas puedan desarrollar sus raíces con suficiente espacio y no se tengan que trasplantar nuevamente poco tiempo después: este método se utiliza con plántulas de rápido crecimiento y de medio/grande tamaño, como las de *Juglans pyriformis* Liebm. ('nogal'), *Quercus insignis* M.Martens & Galeotti ('encino chicalaba' - II.18), y *Persea schiedeana* Nees ('chinini'). Además, esta técnica permite procesar y sembrar grandes cantidades de semillas ahorrando tiempo. De la cama elevada, las plántulas son después trasplantadas en tubetes cuya superficie se cubre con una capa de acolchado de tepezil para evitar el crecimiento de hierbas (II.23).
- **Técnica de siembra directa en bolsa**, que consiste en sembrar las semillas una por una en bolsas de vivero: este método se usa con especies como *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. ('nacaxtle', II. 20), *Inga inicuil* Schltdl. & Cham. ex G.Don ('inicuil'), *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake ('picho'), *Swietenia macrophylla* King ('caoba', II.19), *Tara cacalaco* (Bonpl.) Molinari & Sánchez Och. ('cascalote'), y varios encinos. Sin embargo, fue notado que a veces es preferible sembrar con técnica de voleo debido a un alto número de semillas infestadas por insectos: esto hace que no sea conveniente emplear más tiempo para sembrar en bolsas si muchas semillas en todo caso van a ser vaciadas. La siembra directa permite ahorrar tiempo, cómo no requiere trasplante del semillero a la bolsa, y permite un desarrollo de raíces más derechas y fuertes.

En general, la cantidad de sustrato con la cual se cubren las semillas es proporcional a su tamaño: entonces, las semillas de media o grande dimensión (p. ej. *J. pyriformis* o *P. schiedeana*) se cubren con más tierra y se siembran a profundidad mayor, mientras las semillas muy pequeñas (p. ej. *Handroanthus* Mattos, *Heliocarpus* L., *Platanus* L., etc.) se cubren con poquísima tierra, o simplemente se hacen adherir al sustrato.

Como tienen **germinación epigea**¹, los encinos normalmente se siembran sobre el sustrato haciendo adherir la tierra a las semillas, aunque también se puedan sembrar poniéndoles 2-3 cm de tierra encima.

¹**germinación epigea**: tipo de germinación en la cual los cotiledones (hojas embrionarias) vienen empujados sobre la superficie del suelo por a la extensión del hipocótilo y se convierten en las primeras estructuras fotosintéticas para la plántula, que vendrán sucesivamente reemplazadas por las hojas verdaderas.



Ilustración 16. Lucero García sembrando con técnica de voleo las semillas de *P. wrightii*.



Ilustración 17. Técnica de siembra de doble excavación en el Vivero BMM, realizada con las semillas de *J. pyriformis*. En la foto Lucero García y Roberto Muñoz.

Lucero García / © PVER



Ilustración 18. Diferentes estadios de crecimiento de las radículas de las semillas de *Q. insignis*.

Silvia Bacci / © RBG Kew

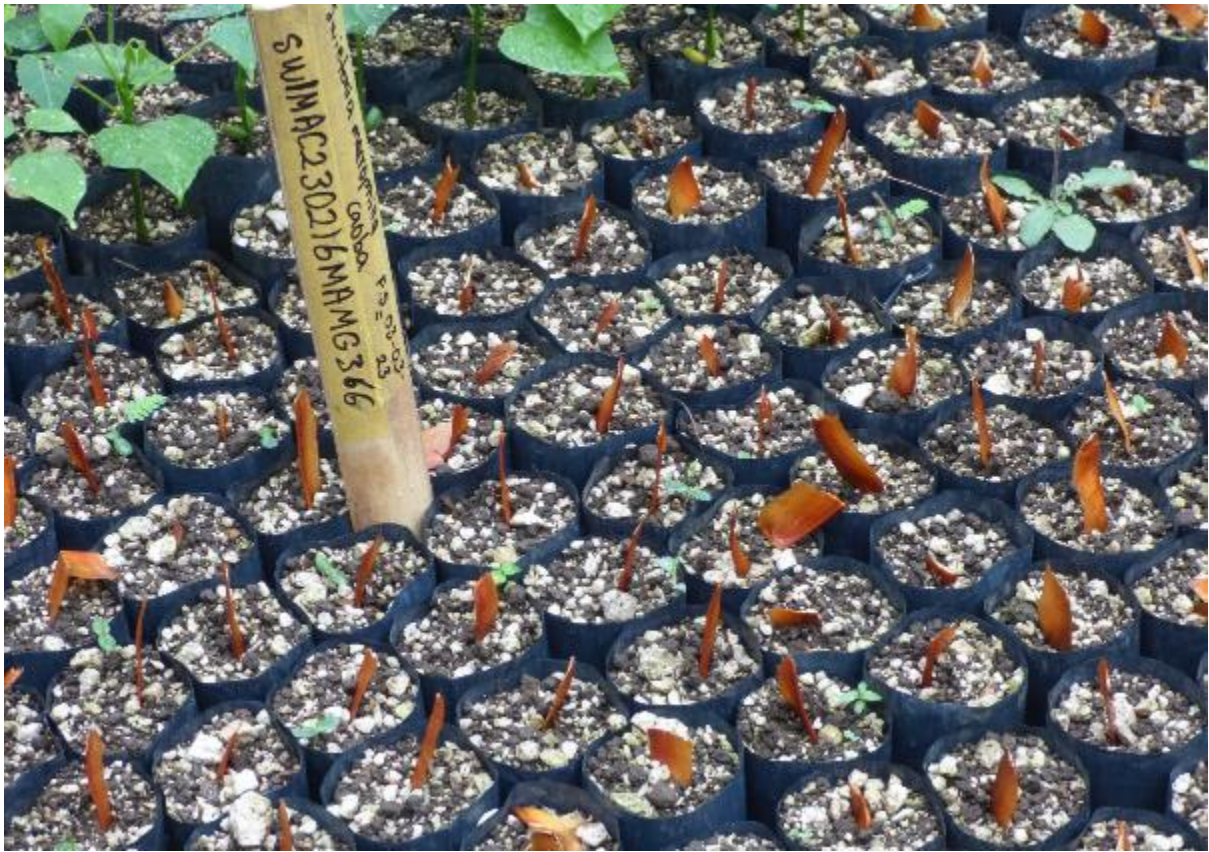


Ilustración 19. Técnica de siembra directa en bolsa: semillas de *S. macrophylla*.

Lucero García / © PVER



Ilustración 20. Técnica de siembra directa en bolsa con semillas de *E. cyclocarpum*.

Lucero García / © PVER

2.3.3 Trasplante

En general, con 'trasplante' se indica la acción de trasladar las plántulas de un medio de crecimiento a otro: entonces trasplantar puede significar mover las plántulas del semillero a las bolsas de vivero, o mover plántulas desarrolladas de unas bolsas/macetas a otras más grandes.

Los trasplantes se hacen generalmente cuándo las plántulas ya muestran sus primeras hojas verdaderas, o sea las hojas que, contrariamente a los cotiledones (hojas embrionarias), se forman a partir del meristema apical del tallo después de la germinación.

En general, en el Vivero BMM los encinos se trasplantan la primera vez dependiendo del tamaño de las radículas (generalmente cuándo tienen 2-3 cm de radícula, II.22) y antes que las plántulas muestren sus hojas verdaderas, ya que tienen germinación epigea (ver definición en el párrafo 'Siembra'). De cualquier manera, los encinos se pueden también trasplantar cuándo saquen las primeras hojas verdaderas, como se hace muchas veces con el encino chicalaba (*Quercus insignis* M.Martens & Galeotti), ya que se siembra en camas elevadas exactamente para no tener que trasplantar poco tiempo después de la siembra.

Para elegir el momento mejor para hacer trasplantes se mira principalmente al estadio de crecimiento de las plántulas, sin tomar en cuenta particulares condiciones climáticas o ciclos lunares, aunque antes o durante las lluvias se adopten precauciones fitosanitarias específicas (ver 'Cuidados y plagas').

En el caso de especies con raíces muy largas, es necesario no dejar pasar el momento cierto para el trasplante, por qué si no puede pasar que las raíces se anclen al suelo bajo la bolsa, volviendo difícil moverlas sin dañarlas.

Las técnicas principales de trasplante son:

- **Trasplante con estacas**, que consiste en hacer un hoyo en el sustrato de una bolsa de vivero con un bastón, colocando ahí la raíz de la plántula y compactando después el sustrato a su alrededor (II.21).
- **Trasplante en sustrato directo** o '**trasplante directo en bolsa/tubete**', que consiste en llenar una bolsa o un tubete de sustrato en cuanto se le pone la plántula, que ya tiene un buen nivel de desarrollo (II.23). Esta técnica es más utilizada con especies que desarrollan raíces largas, como por ejemplo *Juglans pyriformis* Liebm., *Q. insignis*, y *Persea schiedeana* Nees.

Desafortunadamente, cuando las plántulas de encinos y nogales vienen trasplantadas en las bolsas, vienen frecuentemente depredadas por ardillas: por esta razón se construyen rejillas de protección para defender las semillas y las plántulas de los ataques de los animales, como en el caso de *Q. insignis*.

Cuando las jóvenes plántulas trasplantadas en las bolsas se mueren o vienen depredadas, se 'repica' con nuevas plántulas, o sea se llenan los huecos dejados por las plantas precedentes con nuevas plántulas.



Ilustración 21. Trasplante con estacas de *Staphylea insignis* (Tul.) Byng & Christenh. (ex *Turpinia insignis* (Kunth) Tul.).

Silvia Bacci / © RBG Kew



Ilustración 22. Trasplante con estacas de *Staphylea insignis* (Tul.) Byng & Christenh. (ex *Turpinia insignis* (Kunth) Tul.).

Silvia Bacci / © RBG Kew



Ilustración 23. Técnica de trasplante en sustrato directo de plántulas de chinini (*Persea schiedeana* Nees) de la cama elevada a los tubetes; una capa de acolchado de tepezil se pone sobre la superficie para evitar el crecimiento de hierbas. Ricardo Morales Aburto en la foto.

Lucero García / © PVER

2.3.4 Cuidados y plagas

En el Vivero BMM se ponen en práctica numerosas medidas para garantizar los cuidados necesarios para el mantenimiento de la salud de las plántulas y para cumplir técnicas eficientes de propagación. Este capítulo se subdivide en párrafos en los cuáles se habla de manejo, técnicas de propagación y cuidado de semillas; métodos de propagación alternativos a las semillas (acodos aéreos); composición del sustrato de siembra y de crecimiento; medidas y consejos para un correcto trasplante; técnicas de fertilización; uso de productos contra plagas; plagas principales encontradas en el Vivero BMM.

Semillas

El cuidado de las especies arbóreas y arbustivas en el Vivero BMM empieza con la semilla: cómo ya mencionado (ver 'Tratamientos pre-siembra'), se procesan primeramente las semillas recalcitrantes y con frutos carnosos; se evita de bañar algunos tipos de semillas antes de la siembra (p. ej. *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth); no se siembran las semillas cuándo húmedas, es más, se mantienen bien aireadas antes de la siembra. Es buena práctica tratar las semillas con el hongo benéfico *Trichoderma* sp. para prevenir infecciones de hongos patógenos, como también utilizar una solución de hipoclorito de sodio para esterilizar las semillas.

Una medida ulterior para minimizar ataques fúngicos a las semillas es evitar de regar cuándo haya mucha humedad. *Inga inicuil* Schltdl. & Cham. ex G.Don ('jinicuile') y *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake ('árbol del zope') son unos ejemplos de especies con semillas muy sensibles al exceso de humedad, y que por eso pueden tener infecciones fúngicas problemáticas: por tanto, en estos casos las semillas muy infectadas se eliminan, y las demás se tratan con hipoclorito de sodio antes de sembrarlas.

En el Vivero BMM no se practica ningún tipo de tratamiento de escarificación antes de sembrar las semillas. La escarificación es un proceso de ruptura del tegumento de la semilla para acelerar e impulsar la germinación, que entonces viene 'forzada' artificialmente.

Una experiencia negativa en particular desincentivó el uso de la escarificación en el Vivero BMM: unas semillas de nogal (*Juglans pyriformis* Liebm.) fueron escarificadas mecánicamente, entonces quebrando el endocarpio leñoso para permitir la imbibición de la semilla y una germinación más rápida; desafortunadamente, esas semillas fueron depredadas casi totalmente por hormigas y ardillas. Esta situación sugiere que, aunque la escarificación mecánica pueda acelerar la germinación, esta práctica en campo resulta muy invasiva por qué expone prematuramente las semillas al ambiente externo, dejándolas más vulnerables a los predadores.

Métodos de propagación alternativos a las semillas (estacas)

En casi todos los casos, en el Vivero BMM las plantas se propagan a partir de las semillas, aunque a veces se practican ‘estacas’ (acodos aéreos – Il.24), pero con especies arbóreas como *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (‘palo mulato’) que se utiliza como cerca viva, y que entonces no necesita tener mucha diversidad genética.



Ilustración 24. Estacas de *B. simaruba* en el Vivero BMM.

Silvia Bacci / © RBG Kew

Sustrato

El sustrato de siembra es también importante para garantizar la maximización de la germinación: por ejemplo, en el caso de especies de clima cálido viene utilizada la arena amarilla (arena silícea utilizada en construcción) en la mezcla del sustrato de siembra por qué tiene la capacidad de retener el calor, garantizando así temperaturas más favorables para el desarrollo del embrión.

A veces parece que el suelo bajo el árbol madre favorezca el proceso germinativo en especies con germinación bastante escasa: en el caso de *Styrax glabrescens* Benth. ('azahar del monte') la germinación en el vivero fue generalmente muy difícil, pero fue observado que en su hábitat natural las semillas germinan sin problema bajo el árbol de origen, sugiriendo la posible presencia de unos organismos simbioses en el suelo, o la necesidad de someter las semillas a otros estímulos ambientales locales para impulsar la germinación.

El sustrato de siembra preparado en el Vivero BMM está compuesto por un 60% de 'peat-moss' (mezcla de turba) y un 40% de tepezil (fragmentos de piedra pómez): el 'peat-moss' favorece la aireación del sustrato y la retención de agua y nutrientes; el tepezil contribuye al drenaje del sustrato (II.25). El sustrato para el crecimiento de las plántulas se pone en las bolsas de vivero, dónde las plantas vienen después trasplantadas: en este caso la composición es un poco diferente, pues se utiliza directamente la tierra del bosque mezclada con tepezil. A veces se ha utilizado arena, sola o con tepezil. En otros viveros se utilizan también otros compuestos, como los productos del lombricompostaje, restos de café, o aserrín: esencialmente lo que esté disponible y que se adapte a las condiciones de cada vivero.



Ilustración 25. Sustrato de siembra compuesto por peat-moss y tepezil.

Silvia Bacci / © RBG Kew

Trasplantes

Para limitar la mortalidad de las plántulas en la delicada fase de trasplante hay algunas medidas:

- Sacar las plántulas de los semilleros sólo al momento del trasplante para **no exponer las raíces al oxígeno y a la luz** (necesario evitar sacar del sustrato muchas plántulas al mismo tiempo).
- Trasplantar en momentos del día con temperaturas menores, por ejemplo, por la mañana temprano o al final de la tarde, para **evitar exponer las plántulas a estrés térmico/hídrico**.
- Se trasplanta cuándo las plántulas tengan sus primeras **hojas verdaderas** (excepto los encinos, ver 'Trasplante').
- Antes de sacar las plántulas del sustrato se excava a su alrededor para **evitar dañar las raíces durante la extracción**.
- Poner **guantes** para evitar tocar las raíces con las manos, ya que las pueden dañar.
- Trasplantar en cuanto las plántulas estén listas (p. ej., apenas las hojas verdaderas aparezcan) sin esperar, para **evitar el 'estiramiento de plántula'**, que sería un desarrollo desigual entre la parte aérea y radical de la plántula, con un crecimiento excesivo del tallo a detrimento del sistema radicular. A largo plazo, las plántulas con 'estiramiento' resultarán más débiles.

En esta fase las plántulas con raíces mal formadas se desechan, como también las plántulas 'chuecas': así se practica una selección de los individuos más vigorosos para la reforestación.

En el Vivero BMM se han ocasionalmente utilizado productos enraizantes durante la fase de trasplante, pero ya no se hace por qué se vio que procuraban quemaduras a las raíces, aumentando la mortalidad de las plántulas, como en el caso de *Carpinus caroliniana* Walter ('lechillo').

Después de la fase de trasplante es importante no exponer las plántulas al sol directo, dado que están en una delicada fase de adaptación, y por eso se debe prevenir cualquier tipo de estrés adicional.

Sin embargo, hay especies 'de calor', o sea típicamente adaptadas a temperaturas mayores que las del bosque mesófilo, que se pueden cultivar bajo sol, aunque en fases posteriores al trasplante.

Entonces, las especies de calor, como también las plántulas que van a ser plantadas en lugares expuestos al sol directo, se tienen que cultivar bajo sol, aunque es necesario sacar las plántulas de la sombra muy gradualmente, especialmente cuándo se les aplica algún fertilizante.

El exceso de humedad puede también ser un problema para las plántulas recién trasplantadas (II.26): de hecho, los tallos pueden podrirse fácilmente, especialmente en algunas especies más

sensibles cómo *Cedrela odorata* L. ('cedro rojo'); *Crataegus mexicana* Moc. & Sessé ex DC. ('tejocote'); *Hesperocyparis benthamii* (Endl.) Bartel. (ex *Cupressus benthamii* Endl.; 'teotlate'); *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch. ('zapotillo'); *Hampea integerrima* Schltld. ('jonote blanco'); *I. inicuil* ('jinicuil'); *Inga vera* Willd. ('chalahuite'); *Meliosma alba* (Schltld.) Walp. ('palo blanco'); *Psidium guajava* L. ('guajabo'); *Spondias mombin* L. ('jobo'); *T. stans* ('algodoncillo').



Ilustración 26. Problema de exceso de humedad en una plántula recién trasplantada de *Magnolia dealbata* Zucc., que muestra un tallo visiblemente deteriorado.

Silvia Bacci / © RBG Kew

Fertilización

En el Vivero BMM se utilizan también algunos tipos de fertilizantes, tanto fertilizantes 'NPK', o sea con macronutrientes (nitrógeno, fósforo, y potasio), como fertilizantes con micronutrientes (cobre, hierro, manganeso, etc.). Normalmente, se fertiliza tres veces por semana.

Además, se utilizan tres tipos de fertilizantes que siguen diferentes fases de crecimiento de las plántulas:

- **fertilizante inicial**, que se aplica 15 días después de cada trasplante.
- **fertilizante de desarrollo**, que se usa cuándo las plántulas ya estén creciendo en altura y ya tengan hojas bien desarrolladas.
- **fertilizante finalizador**, que sólo se utiliza con plántulas que tengan el tallo bien desarrollado.

Es muy importante no fertilizar durante el trasplante por qué las raíces están más sensibles y vulnerables.

También no se puede administrar demasiado fertilizante: es necesario elegir no solo el justo tipo, sino la justa cantidad, equivalente a 0.5-1 g de fertilizante por 1 L de agua al empezar, llegando hasta 4-5 g en plántulas ya bien desarrolladas, aunque esta concentración ya se considere bastante alta.

El inconveniente de utilizar fertilizantes es que las plántulas se habitúan a recibir nutrientes adicionales, entonces luego se estresan si no se les suministran más.

La ONG Conecta Tierra tiene un proyecto de colaboración con PVER y ha contribuido en establecer una pequeña fábrica de biofertilizantes en la zona del Vivero BMM.

Productos contra plagas

En el Vivero BMM se utilizan algunos productos contra plagas dependiendo de la necesidad.

Contra los ataques de hongos patógenos se usa *Trichoderma* sp., que se aplica a semillas y raíces especialmente en temporada de lluvias, junto a fungicidas foliares. A veces se utilizó un conjunto de fungicidas y fertilizantes foliares, aunque ahora los fertilizantes foliares no se usan mucho. Fueron usados también insecticidas orgánicos bastante costosos, pero tienen asesoría gratuita para su utilización. Periódicamente se prepara un insecticida natural compuesto por citronela, chile, limón, y detergente. La utilidad del aceite de *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel como insecticida y fungicida es también conocida, aunque este producto no sea muy utilizado en el Vivero BMM. Actualmente, el Vivero BMM está tratando de transitar a productos contra plagas que sean totalmente orgánicos.

Plagas

En general no hay muchas plagas que afecten a las plántulas del Vivero BMM, aunque se puedan encontrar algunas, sean más generalistas o específicas de unas especies en particular (en II.27 un ejemplo de daño causado por unas larvas de lepidóptero).

Los grillos son un tipo de plaga generalista muy común, aunque no particularmente preocupante: la utilización de insecticidas naturales y de barreras hechas con plantas aromáticas como la lavanda es suficiente para alejar estos insectos.

Una plaga más especialista es *Hypsipila grandella* Zeller, la ‘polilla barrenadora’ o ‘palomilla del cedro’, que es un lepidóptero cuyas larvas se alimentan de los brotes de *C. odorata*.

Erythrina americana Mill. tiene una plaga que le hace desarrollar deformidades, aunque no se conoce el nombre. Una plaga conocida de esta especie es el escarabajo *Xyleborus volvulus* J.C. Fabricius, pero que ataca también muchas otras especies de árboles dañando su madera.

Senna septemtrionalis (Viv.) H.S. Irwin & Barneby (‘cafecillo’) fue observada con larvas de un lepidóptero parásito no identificado.

En general, la depredación de las semillas por insectos (p. ej. hormigas, larvas de lepidópteros y escarabajos) o roedores (p. ej. ardillas) se detectó especialmente en *J. pyriformis* y en varias especies de encino.

También se pueden encontrar enfermedades criptogámicas, que principalmente involucran hongos como oídios (‘blanquillas’ – II.28) y royas (‘herrumbres’). Las plántulas de *Fraxinus schiedeana* Schlttdl. & Cham. (‘fresno’) fueron muy afectadas por una enfermedad fúngica que las hizo secar, como también otra plaga, la chinche del fresno (*Tropidosteptes chapingoensis* Carvalho & Rosas).



Ilustración 27. Ejemplo de daño causado a las hojas de unas plántulas por una larva de lepidóptero (especie no identificada), mostrada en la parte baja derecha de la imagen.

Silvia Bacci / © RBG Kew



Ilustración 28. Infección de oidio en las hojas de una plántula de *Tara cacalaco* (Bonpl.) Molinari & Sánchez Och.

Silvia Bacci / © RBG Kew

2.4 Donación de las plántulas

El período principal de donación de las plántulas del Vivero BMM se encuentra en correspondencia de la temporada de lluvias entre junio y noviembre, con un pico especialmente de junio hasta agosto.

Las plántulas vienen dadas principalmente a cafetaleros para que las planten en sus cafetales de sombra, pero también se donan a gente que tenga un predio y que quiera reforestar (II.29).



Ilustración 29. Donación de plántulas del Vivero BMM: en la foto Roberto Muñoz acomodando las bolsas con las plántulas.

Lucero García / © PVER

No es tan común utilizar las plántulas en proyectos de investigación científica, y por eso el proyecto Weston es una excepción. De hecho, la reforestación se lleva a cabo por privados en potreros, o se hace reforestación voluntaria: un ejemplo es lo de 'Conecta Tierra', que es una ONG que tiene entre sus objetivos la promoción de sistemas cafetaleros agroecológicos y la conservación del Bosque de niebla; la seguridad alimentaria y la educación ambiental; la equidad de género y social para el desarrollo de las comunidades locales. Algunas veces hay también proyectos escolares de reforestación: el Vivero BMM trabaja con más de 20 escuelas a través del proyecto 'Sembrando agua, sombra, y conocimiento en las escuelas de zonas cafetaleras'.

Hablando con las personas que han recibido las plántulas en donación, se pudo entender que las principales motivaciones que las impulsaron a reforestar fueron los beneficios ecosistémicos que eso trae, como el enriquecimiento del suelo; el aporte de sombra; la atracción de polinizadores; el aumento de biodiversidad; la mitigación del cambio climático; el impulso al ecoturismo.

2.5 Vivero Comunitario y Centro de Compostaje de Coatepec: un proyecto recién nacido

El Vivero BMM no es el único ejemplo de vivero para la propagación de árboles y arbustos nativos para la reforestación: de hecho, hay una red de viveros locales que incluyen algunos recién nacidos.

Un ejemplo de vivero recién nacido es el del Vivero Comunitario para la Producción de Especies Nativas del Bosque Mesófilo de Montaña y Centro de Compostaje del municipio de Coatepec.

Por sencillez, en este apartado el nombre de este vivero se indicará como 'VC', o sea 'Vivero Comunitario'. Toda la información aquí reportada se debe a una entrevista adicional con el Biólogo Gustavo Martín, uno de los responsables de este nuevo vivero.

Por la precisión, el vivero VC se encuentra en Mundo Nuevo (Xalapa, estado de Veracruz, México), y es muy reciente, pues fue construido sólo al final del año pasado (2022).

Está ubicado en un terreno donde el municipio de Coatepec tiene las plantas de tratamiento de aguas residuales, que tiene una extensión de aproximadamente 17 hectáreas. El vivero VC y el Centro de Compostaje tienen a disposición un área de alrededor de 8000 metros cuadrados.

Este proyecto fue implementado gracias a unos fondos para el fomento ambiental que se consiguieron de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de México, y tiene entre sus objetivos principales la restauración de algunas áreas del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM). El ayuntamiento de Coatepec se interesó ya hace muchos años de la conservación/restauración del

BMM, cómo se dio cuenta que eso representaba uno de los mayores puntos de captación de toda el agua que provee el entero municipio y sus alrededores.

Por esta razón, el ayuntamiento de Coatepec empezó el programa 'FIDECOAGUA', un fondo para el Pago de Servicios Ambientales (PSA) instituido en el año 2003 (1° en todo el país) que permitía de pagar los propietarios de predios incluyendo parches de BMM para que no los talaran.

A pesar de esto, lamentablemente aún existe el grande problema de la tala clandestina en este territorio: por lo tanto, una zona de BMM con una extensión de 133 hectáreas perteneciente al Municipio de Coatepec (Reserva Ecológica 'La Cortadura') va a ser decretada Área Natural Protegida este año.

Este proyecto tiene una particularidad: no solamente tiene un vivero, sino también un Centro de Compostaje que recoge todo el material orgánico del municipio de Coatepec, y cuyo abono orgánico va a ser usado tanto en el vivero como en las plantaciones de café (el compost será donado a los productores de café de la zona).

Por ahora, dado que el vivero VC es muy reciente, no hay aún plantas listas para hacer donaciones, y por eso las actividades principales han sido recolectar semillas y ponerlas a germinar.

Las especies seleccionadas y priorizadas para la propagación son principalmente especies nativas del BMM, pero también algunas especies nativas útiles para plantar en los cafetales y para la captación de carbono. Hasta ahora, algunas especies propagadas son *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth ('níspero'), *Heliocarpus appendiculatus* Turcz. ('jonote rojo'), *Liquidambar styraciflua* L. ('liquidambar'), *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake ('picho'), y varias especies de encinos.

La colecta de las semillas ha sido apoyada por la ONG Pronatura Veracruz, la cual ha donado semillas en el Vivero VC y ha involucrado su equipo en salidas de campo en búsqueda de semillas. En algunos casos, las semillas se han recolectado en los predios municipales en la zona del BMM.

La colecta se ha hecho del suelo y con el uso de garrochas o podadoras de altura dependiendo de la especie. En general, las semillas no se tuvieron que limpiar por qué ya venían listas para la siembra, y ni se les hizo prueba de flotación: a veces fue sólo necesario dejarlas a madurar, como en el caso del 'jonote rojo' (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.).

Antes de la siembra, las semillas de algunas especies fueron tratadas con hipoclorito de sodio al 5% para prevenir las infecciones de hongos patógenos, como en el caso del 'picho' (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake).

Dependiendo del tipo de semilla, la siembra se hace o poniendo una semilla por cada hoyo de las macetas de propagación, o utilizando la técnica de voleo (siembra casual y uniforme), como en el caso del Jonote rojo. Los encinos se han sembrado simplemente sobre la superficie del

sustrato por qué tienen germinación epigea, mientras las otras semillas se han cubierto de una cantidad de sustrato proporcional a su tamaño (p. ej. cantidades de suelo mínimas para semillas pequeñas).

El sustrato de propagación es una mezcla de tierra negra, composta, y tepezil; a veces se utiliza también el 'peat-moss' (mezcla de turba), pero sólo en las charolas para la germinación.

De momento, las principales plagas en el Vivero VC han sido las hormigas y los insectos parásitos de las semillas de los encinos, que en algunos casos han vaciado totalmente las semillas.

Hasta ahora no se han hecho ningunas intervenciones para el control de las plagas, dado que el vivero VC está apenas empezando la producción y ganando experiencia para el futuro.

3. Resultados

3.1 Información de propagación (Fichas técnicas)

En este apartado a continuación se junta toda la información de propagación agrupada por especie que se obtuvo a través de esta entrevista en el Vivero BMM.

En este capítulo, cuándo se utiliza el término ‘germinación’ se indica más precisamente la emergencia de las plántulas, que es la única fase que se puede identificar sin sacarlas del sustrato y que sigue a la verdadera germinación.

Abies hickelii Flous & Gausson (oyamel blanco)

Esta especie nunca fue propagada en el Vivero BMM, pero segundo la literatura disponible se sabe que normalmente necesita un periodo de estratificación fría para quebrar la latencia fisiológica, o se puede utilizar técnicas de cebado de semillas para estimular la germinación (Zulueta-Rodríguez et al., 2015). La Ilustración 30 enseña las plántulas de *A. hickelii* propagadas en otro vivero.



Ilustración 30. Plántulas de *A. hickelii*.

Jerónimo Vázquez / © PVER

Clethra mexicana DC. (mamojuaxtle)

Manejo de semillas y germinación

Las semillas de esta especie no se ponen en agua por qué son muy pequeñas y parecen casi un polvo, entonces ni se lavan, ni se les hace la prueba de flotación. Dadas las características morfológicas de las semillas, se utiliza la técnica de siembra del voleo. La emergencia de las plántulas normalmente demora un mes o un mes y medio, y las semillas germinan en una proporción alta.

Crecimiento y trasplante

Las plántulas (II.31) demoran 1 año para alcanzar la talla para el trasplante, que se hace con estacas; además, parece que las plántulas crezcan más rápido en lugares de menor altitud, sugiriendo entonces que las condiciones climáticas y altitudinales del Vivero BMM no sean las mejores para impulsar su crecimiento. En general, la especie tiene crecimiento lento, demorando dos años para tener una talla de 15-20 cm, y una vez que las plantulas hayan alcanzado este tamaño se pueden donar. El trasplante se hace generalmente alrededor de dos meses después de la siembra.

Cuidados y plagas

Las plántulas tienen crecimiento lento, y por eso es aconsejable utilizar abono orgánico para lograr un crecimiento más rápido y adecuado. No se conocen plagas particulares que afecten a esta especie, sólo se encontraron daños provocados por grillos. El único problema se puede tener con infestaciones de hongos, especialmente si se demora mucho en trasplantar. En el Vivero BMM se propagó *Clethra macrophylla* M.Martens & Galeotti, bastante parecida al Mamojuaxtle pero más resistente a las infestaciones de hongos.

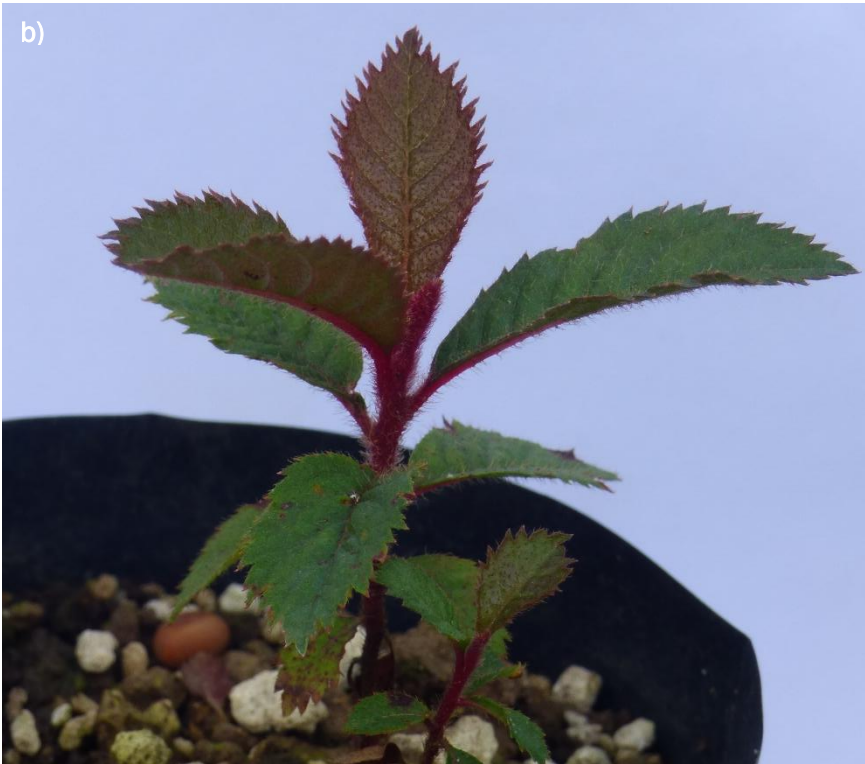


Ilustración 31. Plántula de *C. mexicana*: a) recién trasplantada del semillero a la bolsa (Lucero García / © PVER); b) plántula más desarrollada (Lucero García / © PVER).

Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. (carne de perro)

Manejo de semillas y germinación

Solo recientemente se logró propagar esta especie en el Vivero BMM por qué se trata de una especie de clima más cálido que no está adaptada a las condiciones de los bosques de niebla.

Para propagar la Carne de perro se siguieron algunos consejos obtenidos gracias a la experiencia del Vivero Mulato de Pronatura Veracruz en Tlacotalpan (Veracruz, México).

Primeramente, las semillas se ponen en agua dejando al sol el contenedor, así que el agua se vuelva tibia: este paso se puede considerar una técnica de cebado para estimular la germinación en especies de calor. Cuando las semillas no flotan y se van al fondo del contenedor, quiere decir que se han embebido suficientemente. Una vez que se saquen las semillas del agua, se van a sembrar (técnica de voleo) en sol directo en semillero de arena amarilla., un tipo de arena silíceo utilizada en construcción que tiene la capacidad de retener el calor y de entonces permitir el desarrollo embrionario. Es importante no regar mucho el germinador para evitar agua estancada y exceso de humedad. Las semillas son ortodoxas, y se siembran en marzo, y la emergencia de plántulas es visible cerca de un mes o un mes y medio después de la siembra. Las Ilustraciones 32a y 32b muestran las plántulas en diferentes fases de crecimiento.

Crecimiento y trasplante

En este caso, es importante trasplantar luego después de la emergencia de las plántulas y antes que sean visibles las hojas verdaderas, porque es necesario cambiar el sustrato lo más temprano posible, cómo la arena amarilla se queda demasiado húmeda y hace que los tallos vengán atacados por hongos.

Cuidados y plagas

Esta especie no es afectada por particulares plagas, aunque se puedan tener infestaciones de hongos patógenos en el tallo y en las raíces cuándo hay un exceso de humedad, por ejemplo, cuándo se demora demasiado en trasplantar del sustrato de arena amarilla a otro.



Ilustración 32. Plántulas de *C. vitifolium*: a) recién trasplantadas del semillero a la bolsa; b) más desarrolladas y con diferente forma de las hojas.

Lucero García / © PVER

Cordia dodecandra A. DC. (cópite)

Manejo de semillas y germinación

Las semillas de esta especie no se propagaron directamente en el Vivero BMM, entonces la información aquí reportada viene de la experiencia en el Vivero Mulato de Pronatura Veracruz en Tlacotalpan (Veracruz, México).

Esta especie germina mejor cuándo las semillas se recolectan y siembran inmaduras (los frutos tienen que estar verdes), y se tiene que sembrar en arena amarilla, para que el sustrato mantenga el calor. Esta especie se siembra o en semillero de arena cuándo se tienen que procesar muchas semillas al mismo tiempo, o directamente en bolsa. Alrededor de 15 días hay emergencia de plántulas, que entonces germinan en un tiempo aún menor. Las Ilustraciones 33a y 33b muestran las plántulas en diferentes fases de crecimiento.

Crecimiento y trasplante

Las plántulas tienen crecimiento rápido, llegando a tener 15-20 cm en más o menos un mes y medio de la emergencia de plántulas. Si se siembra directamente en bolsa no es necesario hacer trasplante a la bolsa, mientras si se siembra en semillero de arena se pasa a la bolsa trasplantando generalmente con estacas. Una vez que las plántulas muestran las hojas verdaderas, para entender en cuál momento trasplantar se observan los tamaños del tallo y de la raíz: si aparecen suficientemente desarrollados y fuertes se puede proceder al trasplante.

Cuidados y plagas

No se detectaron plagas particulares.



Ilustración 33. Plántulas de *Cordia dodecandra* A. DC.: a) plántulas en las primeras fases de crecimiento, antes de ser trasplantadas (Silvia Bacci / © RBG Kew); b) plántulas más desarrolladas (A. Chaga / © PVER).

Ehretia tinifolia L. (mandimbo)

Manejo de semillas y germinación

Los frutos de esta especie están maduros cuando la pulpa esté blanda y de color anaranjado; es importante procesar las semillas rápidamente por qué el fruto una vez seco es difícil de quitar.

Una vez separadas de la pulpa, las semillas se limpian en agua y luego se secan. Para sembrar se utiliza la técnica de voleo, y las semillas germinan muy fácilmente. La emergencia de las plántulas se realiza aproximadamente en un mes.

Crecimiento y trasplante

El crecimiento de las plántulas en el Vivero BMM es lento debido a las condiciones climáticas, cómo esta especie se desarrolla mejor con temperaturas más altas. La mortalidad de las plántulas durante la fase de trasplante es baja, y el trasplante se efectúa con estacas alrededor de una semana después de la emergencia de las plántulas. Las Ilustraciones 34a y 34b muestran las plántulas en diferentes fases de crecimiento.

Cuidados y plagas

No se detectaron plagas particulares.



Ilustración 34. Plántulas de *E. tinifolia* en diferentes fases de crecimiento: a) plántulas antes de ser trasplantadas; b) plántulas trasplantadas.

Lucero García / © PVER

Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose (guayacán)

Manejo de semillas y germinación

Las semillas de esta especie no se ponen en agua para limpiarlas o para hacer la prueba de flotación.

La siembra se hace con la técnica de voleo, y las semillas se cubren con una capa de sustrato muy fina. En general, es preferible sembrar las semillas en el sustrato original de la zona de colecta, por qué esto parece impulsar aún más la germinación. De cualquier manera, la germinación es rápida y alta, aunque esta especie se da mejor en climas más cálidos, cómo en áreas montañosas costeras. La emergencia de plántulas ocurre en cerca de 15 días. Las semillas son ortodoxas.

Crecimiento y trasplante

El trasplante se hace con estacas y luego después de la emergencia de las plántulas, entonces dentro de un mes de la siembra ya se pasan del semillero a las bolsas.

Las condiciones climáticas del Vivero BMM son el principal factor limitante para el desarrollo de esta especie, y por esta razón las plántulas crecen lentamente, demorando alrededor de un año para alcanzar un buen tamaño para la donación. *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. ('apamate rosa') es una especie de la misma familia (Bignoniaceae) que se propaga mucho más en el Vivero BMM por qué se encuentra en el bosque mesófilo, y entonces está más adaptada a sus condiciones climáticas.

Durante el invierno las plántulas pierden sus hojas y parecen muertas, pero en primavera vuelven a poner hojas y brotes. Las Ilustraciones 35a y 35b muestran las plántulas en diferentes fases de crecimiento.

Cuidados y plagas

Como sucede para otras especies de temperaturas más elevadas, las plántulas de *H. chrysanthus* se mantienen en una parte del Vivero BMM más expuesta al sol para que las plántulas se desarrollen más fácilmente. En general, las plántulas no tienen muchos ataques de plagas, sólo hay daños de grillos.



Ilustración 35. Plántulas de *H. chrysanthus*.: a) plántulas poco desarrolladas (Lucero García / © PVER); b) plántula desarrollada (Silvia Bacci / © RBG Kew).

Heliocarpus donnellsmithii Rose (jonote blanco)

Manejo de semillas y germinación

Cuándo las semillas llegan al Vivero BMM no se ponen en agua, sino se siembran directamente con la técnica de voleo. Si las semillas no están totalmente maduras, antes de sembrarlas se dejan madurar almacenadas en la Casa Semilla. Las semillas son ortodoxas. Esta especie tiene una germinación muy rápida, pues en cinco días después de la siembra ya hay emergencia de plántulas, que también crecen rápido (II.36). En el Vivero BMM el 'jonote blanco' (*Heliocarpus donnellsmithii* Rose) se propaga menos comparado al 'jonote rojo' (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.) por qué es más raro.

Crecimiento y trasplante

El trasplante se hace con estacas (al menos que no haya siembra directa en bolsa); las plántulas se trasplantan luego cuándo sean visibles las primeras hojas verdaderas, para evitar el 'estiramiento de plántula' (ver 2.3.4. Cuidados y plagas, sección 'Trasplante').

Cuidados y plagas

No hay problemas particulares de trasplante, que se hace con estacas.

La plaga más problemática que ataca las plántulas en el Vivero BMM es una roya, un tipo de hongo patógeno que daña las plántulas, aunque sin matarlas. Una plaga muy interesante que tiene esta especie en su hábitat es el 'gusano del jonote' (*Arsenura armida* Cramer, II.37), un lepidóptero que en su estadio larval se alimenta de varias plantas, en particular de las especies del género *Heliocarpus* sp. cuándo ya se hayan convertido en árboles adultos. Estas larvas en el estado de Veracruz son usadas como fuente alimentaria, y son consideradas una delicadeza.



Ilustración 36. Plántula de *H. donnellsmithii*.

Silvia Bacci / © RBG Kew



Ilustración 37. El 'gusano del Jonote' sobre un árbol de *H. appendiculatus*.

Silvia Bacci / © RBG Kew

Inga vera Willd. (chalahuite)

Manejo de semillas y germinación

Las semillas son recalcitrantes y sensibles a infestaciones de hongos patógenos, entonces es importante procesarlas rápidamente. Antes de la siembra, primero se desechan las semillas que ya estén muy plagadas (con visibles daños de hongos y insectos), después las demás se lavan rápidamente y se tratan con hipoclorito de sodio sin hacer prueba de flotación; al final se dejan airear para no sembrarlas húmedas, cosa que las haría pudrirse.

En general, es preferible sembrar directamente en bolsa, dado que la fase de trasplante puede resultar delicada. La germinación es rápida (3-5 días, con emergencia de las plántulas dentro de una semana), pero el crecimiento es lento, cuando en realidad otra especie del género *Inga* sp., *Inga inicuil* Schltldl. & Cham. ex G.Don, crece mucho más rápido.

Crecimiento y trasplante

Los trasplantes se hacen luego después de la emergencia de las plántulas, entonces en la segunda semana después de la siembra, al menos que no se siembre directamente en bolsa. En las primeras fases de crecimiento las plántulas tienen un color rojizo, y por eso parecen enfermas, aunque estén sanas (II.38).

Cuidados y plagas

El mayor problema con esta especie es que las semillas están muy afectadas por ataques de plagas, generalmente de insectos: entonces, aunque se recolecten muchas vainas, se tiene que considerar que muchas de las semillas no se van a poder propagar.

Es necesario evitar el exceso de agua cuando se riegan las plántulas por qué el tallo se puede pudrir fácilmente. Las plántulas no tienen ataques de plagas particulares, sólo se han detectado daños causados por grillos.



Ilustración 38. Plántulas de *L. vera*: a) plántula joven de color rojizo; b) plántula más desarrollada.

Silvia Bacci / © RBG Kew

Ipomoea wolcottiana Rose (acotope)

Manejo de semillas y germinación

Cuándo las semillas llegan al vivero, primero se limpian: se les quitan los mechones, se ponen en agua con hipoclorito de sodio, y se secan antes de sembrarlas (en marzo) con técnica de voleo. Las semillas son ortodoxas. Esta especie germina en menos de una semana en proporciones muy altas, y la emergencia de las plántulas ocurre en 7-8 días. Cómo se trata de una especie que crece a temperaturas mayores que las del bosque mesófilo, se intentará añadir al sustrato de siembra la arena amarilla por su capacidad de retener el calor.

Las Ilustraciones 39a y 39b muestran las plántulas en diferentes fases de crecimiento.

Crecimiento y trasplante

El trasplante se hace en el primer año, y se aconseja plantar directamente en campo para que las plántulas no pierdan su vigor y alcancen una buena talla. Si las plántulas se trasplantan en bolsa en vez de en campo, demorarán unos dos años para empezar a engrosar el tallo.

El crecimiento es muy rápido, dado que en un mes las plántulas ya alcanzan un tamaño de 15-20 cm a un mes de la siembra, y a los dos meses ya pueden ser donadas cómo tienen 40 cm.

Cuidados y plagas

No se detectaron plagas particulares, solo daños provocados por grillos.



Ilustración 39. Plántulas de *I. wolcottiana*: a) plántulas antes del trasplante (Silvia Bacci / © RBG Kew); b) plántula más desarrollada (Lucero García / © PVER).

Juglans pyriformis Liebm. (nogal)

Manejo de semillas y germinación

El fruto tiene un exocarpio carnoso, entonces primero es necesario lavar y despulpar los frutos, poniéndolos enseguida en el tamizador para airearlos. Antes de la siembra no se aplica ningún tipo de escarificación del endocarpio leñoso. La siembra se hace en camas de doble excavación altas unos 20-30 cm, y las semillas se cubren con 2-3 cm de sustrato. Esta especie es típica del Bosque Mesófilo de Montaña, entonces no tiene grandes problemas en germinar y crecer en el Vivero BMM.

Normalmente la emergencia de las plántulas ocurre en un mes o un mes y medio, entonces en 25-30 días ya hay germinación.

Crecimiento y trasplante

Aunque la siembra se haga en camas elevadas para evitar tener que trasplantar luego después de la siembra, ya un mes y medio después de la emergencia de las plántulas se tiene que proceder con el trasplante (en sustrato directo), cómo esas pueden alcanzar un tamaño de 40 cm (II.40). Las plántulas no se mueren mucho durante el trasplante; sin embargo, el exceso de humedad es un problema para las plántulas, y por esta razón sería importante plantarlas en campo antes de las lluvias. Las raíces de las plántulas que no se pueden trasplantar en campo se tratan con el hongo benéfico *Trichoderma* sp., para poderlas defender de ataques de hongos patógenos.

Cuidados y plagas

Las plagas principales de esta especie en el Vivero BMM son las ardillas y las hormigas, cómo son los depredadores de las semillas, especialmente cuándo escarificadas mecánicamente: por esta razón, las camas elevadas adónde se siembra vienen rodeadas por rejas.



Ilustración 40. Plántulas de *J. pyriformis*: a) plántula de 15–20 cm, casi lista para el trasplante (Lucero García / © PVER); plántulas más desarrolladas, listas para la donación (Silvia Bacci / © RBG Kew).

Lonchocarpus guatemalensis Benth. (frijolillo)

Manejo de semillas y germinación

Las semillas de esta especie son recalcitrantes, por qué se ha visto que para que germinen es necesario que los frutos no estén secos: si las vainas aparecen amarillas y secas, normalmente las semillas vienen atacadas por hongos y se mueren. Para que las semillas puedan germinar es necesario que los frutos aparezcan verdes y frescos. No se hace prueba de flotación, y las semillas simplemente se seleccionan manualmente eliminando las plagadas. Se siembran directamente en bolsa, ya que las semillas germinan rápido (recalcitrantes) y que en semillero se observaron frecuentes infestaciones de hongos.

Crecimiento y trasplante

El crecimiento es rápido, y el trasplante se hace con estacas luego después que las plántulas muestren las hojas verdaderas. La II.41 muestra una plántula después del trasplante.

Cuidados y plagas

Fue observado que muchas veces las semillas de esta especie vienen plagadas por una larva de un lepidóptero que no fue identificado. Se sabe que una plaga de los árboles del género *Lonchocarpus* sp. es el lepidóptero polífago *Telegonus fulgerator* Walch, que se ha adaptado a alimentarse de estas plantas, aunque tengan compuestos tóxicos.



Ilustración 41. Plántula de *L. guatemalensis* después del trasplante.

Lucero García / © PVER

Meliosma alba (Schltdl.) Walp. (palo blanco)

Manejo de semillas y germinación

Las semillas se ponen en agua y se les hace una prueba de flotación; después se despulpan, se secan, y se siembran con técnica de voleo.

En aproximadamente dos o tres meses de la siembra hay emergencia de plántulas, aunque en algunos casos ya en 15 días las semillas empiezan a germinar; en general las semillas germinan en gran cantidad.

Crecimiento y trasplante

Las primeras hojas verdaderas aparecen ya cinco días después de la emergencia de las plántulas (II.42), y luego se tiene que hacer el trasplante (con estacas) dado que si se espera demasiado los tallos crecen de forma desequilibrada, debido al endurecimiento excesivo del tallo durante el rápido desarrollo.

Cuidados y plagas

No hay particulares problemas de plagas para esta especie, aunque las plántulas son sensibles al exceso de humedad que les hace pudrir los tallos.



Ilustración 42. Plántulas de *M. alba*: a) emergencia reciente de plántulas (Lucero García / © PVER); b) plántulas desarrolladas y trasplantadas (Silvia Bacci / © RBG Kew).

Ocotea disjuncta Lorea-Hern.(vara negra)

Manejo de semillas y germinación

Algunas veces las semillas llegaron en el Vivero BMM ya limpiadas: se veían redondas, con una testa muy delgada, y un embrión bien desarrollado. Al parecer, las semillas son recalcitrantes. Cuando las semillas se tienen que limpiar, se les quita la parte carnosa del fruto y se les hace prueba de flotación antes de ponerlas a secar y sembrarlas. Muchas semillas de esta especie llegan al Vivero BMM ya plagadas por insectos no identificados, entonces es necesario hacer la prueba de flotación.

La siembra se hizo con técnica de voleo, dejando simplemente las semillas encima del sustrato por qué esta especie tiene germinación epigea. Las semillas germinan en proporciones altas, y la emergencia de las plántulas ocurre aproximadamente en un mes.

Crecimiento y trasplante

Las plántulas se desarrollan rápido (II.43), y por eso es importante trasplantarlas luego después de la emergencia de las plántulas para que las raíces se puedan desarrollar correctamente. El trasplante se hace con estacas, y no causa mucha mortalidad entre las plántulas.

Cuidados y plagas

No fueron detectadas plagas específicas para esta especie, solamente unos daños causados por grillos.



Ilustración 43. Plántulas de *O. disjuncta*: a) plántula antes del trasplante (Lucero García / © PVER); b) plántula después del trasplante (Silvia Bacci / © RBG Kew).

Oreomunnea mexicana (Standl.) J.-F. Leroy (palo de zopilote)

Manejo de semillas y germinación

Las semillas de esta especie son ligeras y tienen alas, entonces se procesan sin prueba de flotación.

Se siembra sin humedad con técnica de voleo, cubriendo las semillas con una capa de sustrato muy fina. Como normalmente el sustrato natural de crecimiento de esta especie es arcilloso, en el vivero fue necesario adaptar el sustrato de siembra consecuentemente.

Las semillas demoran para germinar, como la emergencia de las plántulas es visible sólo en dos meses o más (a veces tres), dependiendo de las condiciones climáticas. El desarrollo de las plántulas también es lento, pues demoran 2 años para tener 30 cm (II.44). Las plántulas jóvenes tienen una coloración rojiza, que es normal y no denota algún tipo de enfermedad.

Crecimiento y trasplante

El trasplante se hace con estacas a los dos meses, cuando las plántulas emergen y ponen las hojas verdaderas. La mortalidad resulta normalmente muy baja en la fase de trasplante.

Cuidados y plagas

Esta especie no tiene plagas particulares, aunque las plántulas más débiles se van a debilitar gradualmente: esto es un ejemplo de 'autoselección'.



Ilustración 44. Plántulas de *O. mexicana*: a) plántulas recién trasplantadas, aún con la típica coloración rojiza (Lucero García / © PVER); b) plántula un poco más desarrollada (Silvia Bacci / © RBG Kew).

Persea schiedeana Nees (chinini)

Manejo de semillas y germinación

Los frutos se despulpan cuidadosamente, y las semillas se procesan rápido por qué son recalcitrantes.

Es importante lavar bien las semillas de la pulpa porque, aunque las semillas no vengan generalmente depredadas, la presencia de restos de pulpa puede atraer potenciales plagas.

La siembra se hace en camas de doble excavación, y las semillas germinan en grandes proporciones aproximadamente en un mes y en un mes y medio hay emergencia de plántulas.

Crecimiento y trasplante

Durante el trasplante la mortalidad es baja, y el crecimiento de las plántulas es rápido: en dos meses las plántulas pueden alcanzar 20-30 cm, y en 5-6 meses las plántulas ya están listas para la donación.

El trasplante se hace en sustrato directo luego después de la emergencia de plántulas, normalmente pasando las plántulas desarrolladas en tubetes de 2-3 kg de sustrato (II.45).

Cuidados y plagas

No fueron detectadas plagas particulares.



Ilustración 45. Plántulas de *P. schiedeana*: a) plántulas apenas trasplantadas en tubetes, con Ana Zamora en la foto (Lucero García / © PVER); b) plántulas más desarrolladas, casi listas para la donación (Silvia Bacci / © RBG Kew).

Quercus delgadoana S.Valencia, Nixon & L.M.Kelly (encino)

Manejo de semillas y germinación

Cuando las semillas llegan al Vivero BMM se les hacen pruebas de flotación y de corte.

Se puede utilizar la técnica de siembra de voleo, aunque más frecuentemente se utilice la siembra directa en bolsa, dejando las semillas en superficie por qué la germinación es epigea. Las semillas de esta especie no germinan fácilmente, y cuándo germinan las plántulas emergen aproximadamente en 20 días.

Crecimiento y trasplante

Las plántulas (II.46) se desarrollan más lento comparadas a las de otros encinos: esto puede depender de una falta de nutrientes, o de la necesidad de algún organismo simbiote, por ejemplo, de micorrizas.

Al menos que no se siembre en bolsa, el trasplante se hace con estacas cuándo las semillas tengan una radícula de 2-3 cm bien visible o cuándo las plántulas muestren las primeras hojas verdaderas.

Cuidados y plagas

En general, las plántulas de todos los encinos se tratan con *Trichoderma* sp. antes de las lluvias, y se mantienen en un área del vivero menos expuesta al sol por qué el calor en exceso mata a las plántulas.



Ilustración 46. Plántula de *Q. delgadoana*: a) recién trasplantada en vivero (Silvia Bacci / © RBG Kew); b) plántula más desarrollada, trasplantada en campo (F. Vázquez. C. / © PVER).

Quercus pinnativenulosa C.H.Mull. (encino rojo)

Manejo de semillas y germinación

Cuando las semillas llegan al vivero (octubre/noviembre) se les hacen pruebas de flotación y de corte.

Se puede utilizar la técnica de siembra de voleo, aunque más frecuentemente se utilice la siembra directa en bolsa, dejando las semillas en superficie por qué la germinación es epigea. Las semillas germinan alrededor de 10-15 días.

Crecimiento y trasplante

Las plántulas (II.47) tienen un crecimiento rápido, pues en 3-4 meses después de la siembra ya tienen 20-30 cm. Junto a *Quercus laurina* Bonpl. ('encino laurelillo'), es una de las especies de encino a crecimiento más rápido, contrariamente a *Quercus calophylla* Schltdl. & Cham. ('encino ancho') y *Quercus corrugata* Hook ('encino blanco') y *Q. delgadoana* que crecen muy lentamente.

Si las plántulas no se ponen en campo en la temporada de lluvias del primer año, necesitarán de 'bombas' de nutrientes para seguir creciendo, y si no perderán totalmente las hojas.

Entonces es importante cambiar el sustrato a las plántulas si no se logran plantar en campo en el primer año, para que se renueve la concentración de nutrientes que fueron lixiviados en el tiempo.

Al menos que no se siembre en bolsa, el trasplante se hace con estacas, y solo cuándo las semillas tengan una radícula de 2-3 cm bien visible o cuándo las plántulas muestren las primeras hojas verdaderas.

Cuidados y plagas

En general, las plántulas de todos los encinos se tratan con *Trichoderma* sp. antes de las lluvias, y se mantienen en un área del vivero menos expuesta al sol por qué el calor en exceso mata a las plántulas.



Ilustración 47. Plántula de *Q. pinnativenulosa*: a) recién trasplantada (Silvia Bacci / © RBG Kew); b) plántula más desarrollada trasplantada en campo (F. Vázquez C. / © PVER).

Quercus sapotifolia Liebm. (encino blanco)

Manejo de semillas y germinación

Cuando las semillas llegan al vivero se les hacen pruebas de flotación y de corte.

Se puede utilizar la técnica de siembra de voleo, aunque más frecuentemente se utilice la siembra directa en bolsa, dejando las semillas en superficie por qué la germinación es epigea. La emergencia de plántulas ya ocurre 8 días después de la siembra.

Crecimiento y trasplante

Para que esta especie germine y crezca bien se tiene que utilizar el suelo de donde fue colectada, probablemente a causa de la necesidad de alguna micorriza ahí presente. Cuando se desarrolla en su propio sustrato de origen, el crecimiento es rápido. La Il.48 muestra las plántulas en diferentes estadios de desarrollo.

Al menos que no se siembre en bolsa, el trasplante se hace con estacas, y solo cuándo las semillas tengan una radícula de 2-3 cm bien visible o cuándo las plántulas muestren las primeras hojas verdaderas.

Cuidados y plagas

En general, las plántulas de todos los encinos se tratan con *Trichoderma* sp. antes de las lluvias, y se mantienen en un área del vivero menos expuesta al sol por qué el calor en exceso mata a las plántulas.



Ilustración 48. Plántulas de *Q. sapotifolia*: a) antes del trasplante en bolsa; b) diferentes estadios de crecimiento de plántulas.

Lucero García / © PVER

Quercus xalapensis Bonpl. (encino de asta)

El Encino de asta (Il. 49) se parece mucho con otra especie de encino, el 'chiquinib de montaña' (*Quercus cortesii* Liebm.), que inicialmente fue propagado en su lugar.

En este caso también se pueden aplicar todas las reglas generales para la propagación de los encinos (excepto *Quercus insignis* M.Martens & Galeotti que es un caso especial):

- Cuando las semillas llegan al vivero se les hacen pruebas de flotación y de corte.
- Se puede utilizar la técnica de siembra de voleo, aunque más frecuentemente se utilice la siembra directa en bolsa, dejando las semillas en superficie por qué la germinación es epigea.
- Al menos que no se siembre en bolsa, el trasplante se hace con estacas, y solo cuándo las semillas tengan una radícula de 2-3 cm bien visible.
- Las plántulas se tratan con *Trichoderma* sp. antes de las lluvias, y se mantienen en un área del vivero menos expuesta al sol por qué el calor en exceso mata a las plántulas.



Ilustración 49. Plántula de *Q. xalapensis*: a) en vivero (Lucero García © PVER); b) trasplantada en campo (F. Vázquez C. / © PVER).

Spondias mombin L. (jobo)

Manejo de semillas y germinación

Las semillas de esta especie no se propagaron en el Vivero BMM por qué se trata de una especie de clima más cálido, entonces las semillas no germinaron y tuvieron problemas de exceso de humedad.

La información aquí reportada viene de la experiencia en el Vivero Mulato de Pronatura Veracruz en Tlacotalpan (Veracruz, México).

Las semillas de esta especie se tienen que sembrar bien maduras. Se observa que las semillas germinan muy fácilmente bajo el árbol de origen en su hábitat natural, sugiriendo la presencia de algún factor ambiental que influencia y estimula la germinación. Normalmente se siembra en semillero de arena amarilla con técnica de voleo, aunque se pueda también sembrar directamente en bolsa. Las plántulas (Il. 50) empiezan a emerger alrededor de 10-15 días de la siembra.

Crecimiento y trasplante

El crecimiento de las plántulas es muy rápido, de hecho, en dos meses ya tiene cerca de 30 cm y están listas para la donación, aunque se tiene que recordar que esto se aplica en el Vivero Mulato, pero no es lo mismo que en el Vivero BMM a causa de las diferentes condiciones climáticas. Al menos que no se siembre en bolsa, las plántulas se trasplantan con estacas.

Muchas veces esta especie se puede propagar con estacas, aunque no sea deseable para proyectos de reforestación porque cada tipo de técnica de reproducción vegetativa no permite tener una suficiente diversidad genética.

Cuidados y plagas

No se detectaron plagas particulares.



Ilustración 50. Plántulas de *S. mombin*: a) plántulas jóvenes antes del trasplante (Silvia Bacci / © RBG Kew); b) plántulas trasplantadas y listas para la donación (A. Chaga / © PVER).

Tapirira mexicana Marchand (bienvenido)

Manejo de semillas y germinación

Las semillas están envueltas en una pulpa fibrosa: entonces es necesario primero dejar en imbibición los frutos durante 2-3 horas, y después se puede despulpar. Cuando las semillas ya estén limpias se dejan secar en un lugar bien aireado.

Las semillas se siembran con técnica de voleo o directamente en bolsa, y las plántulas emergen entre 15 y 30 días después de la siembra (II.51).

Crecimiento y trasplante

Al menos que se siembre directamente en bolsa, el trasplante se hace con estacas, y las plántulas tienen una mortalidad muy baja. En general, esta especie tiene un buen desarrollo y se establece bien en campo.

Cuidados y plagas

No se detectaron plagas particulares.



Ilustración 51. Plántulas de *T. mexicana*.

Lucero García / © PVER

Tara cacalaco (Bonpl.) Molinari & Sánchez Och. (chalala)

Manejo de semillas y germinación

Antes de la siembra, las semillas se ponen en agua durante 2-3 horas, y a veces hasta 12 horas cuando llegan muy secas. Cuando no estén plagadas, las semillas germinan en menos de un mes: alrededor de 15 días hay emergencia radicular, y en 25 días emergencia de plántulas, aunque en condiciones de calor esta especie germine en menos de 10 días y tenga emergencia de plántulas en 15-20 días.

Aunque esta especie se desarrolle mejor a temperaturas mayores de las del bosque mesófilo de montaña, generalmente germina bien en el Vivero BMM simplemente sembrada en 'peat-moss' sin necesidad de utilizar la arena amarilla.

Se puede sembrar con técnica de voleo o directamente en bolsa; dadas las frecuentes infestaciones de insectos en las semillas, puede ser preferible sembrar con técnica de voleo para no gastar tiempo sembrando en bolsa semillas que ya estén vacías o muy plagadas.

Crecimiento y trasplante

Al menos que no se siembre en bolsa, se trasplanta con estacas. El crecimiento es rápido, de hecho, las plántulas en dos meses ya tienen cerca de 20 cm de talla.

Cuidados y plagas

Normalmente las semillas de esta especie llegan al vivero muy plagadas: parece que haya un insecto que inyecta sus huevos dentro de las semillas, que sucesivamente vienen comidas por las larvas. Primero se ponen las semillas en agua para hacer la prueba de flotación, y las que flotan son simplemente desechadas porque significa que ya vienen muy plagadas.

Este insecto, según las observaciones, parece ser un tipo de escarabajo taladrador que es muy difícil de combatir: se han puesto las semillas a remojar en agua durante 3 horas aproximadamente, se han puesto al sol, y se han tratado con alcohol, pero ninguna de estas soluciones ha matado la plaga totalmente.

Aunque no se sabe con precisión de qué especie de plaga se trate, se sabe que hay una plaga de esta planta que es precisamente un escarabajo taladrador llamado *Euwallacea fornicatus* Eichhoff. Las plántulas no tienen particulares plagas, aunque se hayan observado plántulas atacadas por la 'blanquilla', una enfermedad criptogámica (debida a hongos patógenos).



Ilustración 52. Plantulas de *T. cacalaco*: a) plántulas antes del trasplante; b) plántulas mas desarrolladas y trasplantadas.

Silvia Bacci / © RBG Kew

4. Referencias

- Ballesteros, D., Fanega-Sleziak, N., Davies, R.M. (2021). Cryopreservation of seeds and seed embryos in orthodox-, intermediate-, and recalcitrant-seeded species. *Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols* 2021(2180): 663–682.
- Breman, E., et al. (2021). Plant diversity conservation challenges and prospects—the perspective of botanic gardens and the Millennium Seed Bank. *Plants* 10(11): 2371.
- Casas, A., Blancas, J., Lira, R. (2016). Mexican ethnobotany: Interactions of people and plants in Mesoamerica. In: Casas, A., Blancas, J., Lira, R. (eds), *Ethnobotany of Mexico: Interactions of People and Plants in Mesoamerica*. Springer, pp. 1–19.
- Domínguez-Yescas, R., et al. (2020). Small-scale environmental drivers of plant community structure and diversity in neotropical montane cloud forests harboring threatened *Magnolia dealbata* in Southern Mexico. *Diversity* 12(12): 444.
- Hay, F.R., Probert, R.J. (2013). Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research. *Conservation Physiology* 2013 Nov 4:1(1):cot030.
- Liu, U., et al. (2020). Conserving orthodox seeds of globally threatened plants ex situ in the Millennium Seed Bank, Royal Botanic Gardens, Kew, UK: the status of seed collections. *Biodiversity and Conservation* 29: 2901–2949.
- Mattana, E., et al. (2020). Assessing seed desiccation responses of native trees in the Caribbean. *New Forests* 51: 705–721.
- Mendoza-Hernández, M., et al. (2019). Growth rates of valuable tree species in secondary tropical montane cloud forests in Mexico: influence of tree size, crown position and competition. *Madera y bosques* 25(3): 1–11.
- O'Donnell, K., Sharrock, S. (2017). The contribution of botanic gardens to ex situ conservation through seed banking. *Plant Diversity* 39(6): 373–378.
- Pence, V.C., et al. (2022). Defining exceptional species—A conceptual framework to expand and advance ex situ conservation of plant diversity beyond conventional seed banking. *Biological Conservation* 266: 109440.
- Pritchard H.W., et al. (2014). Innovative approaches to the preservation of forest trees. *Forest Ecology and Management* 333:88–98.
- Rodríguez-Arévalo, I., et al. (2017). Conserving seeds of useful wild plants in Mexico: main issues and recommendations. *Genetic Resources and Crop Evolution* 64(6): 1141–1190.
- Rodríguez-Zúñiga, J., et al. (2022). Cost Analysis of Seed Conservation of Commercial Pine Species Vulnerable to Climate Change in Mexico. *Forests* 13(4): 539.
- Royal Botanic Gardens, Kew. (2005). A field manual for seed collectors. Wakehurst Place, UK.
- Sharrock, S., Oldfield, S., Wilson, O. (2014). Plant Conservation Report 2014: A review of progress towards the Global Strategy for Plant Conservation 2011–2020. *CBD Technical Series* 81.

- Tellez, O., et al. (2020). Native trees of Mexico: Diversity, distribution, uses and conservation. *PeerJ* 8: e9898.
- Toledo-Aceves, et al. (2022). Financial Revenues from Timber Harvesting in Secondary Cloud Forests: A Case Study from Mexico. *Forests* 13(9): 1496.
- Ulian, T., et al. (2017). Conservation of indigenous plants to support community livelihoods: the MGU–Useful Plants Project. *Journal of Environmental Planning and Management* 60(4), 668–683.
- Ulian, T., et al. (2021). Neglected and underutilized species of Mexico: Status and priorities for their conservation and sustainable use. In: Padulosi, S., et al. (eds), *Orphan Crops for Sustainable Food and Nutrition Security*. Routledge, pp. 118–127.
- Visscher, A.M., et al. (2023). How do we transport plant species with desiccation-sensitive germplasm in space? *Life Sciences in Space Research* 36: 135–137.
- Xu, H., et al. (2021). Ensuring effective implementation of the post-2020 global biodiversity targets. *Nature Ecology & Evolution* 5(4): 411–418.
- Zulueta-Rodríguez, R., et al. (2015). Effect of hydropriming and biopriming on seed germination and growth of two Mexican fir tree species in danger of extinction. *Forests* 6(9): 3109–3122.

5. Citación

Este folleto debe ser citado de la siguiente forma:

Bacci S., García M.L., Bell E., Gianella M., Ulian T. (2025). Notas sobre la propagación y manejo de árboles nativos de Veracruz (México). Real Jardín Botánico de Kew.

Colaboradoras/es (orden alfabético):

Silvia Bacci¹, Elizabeth Bell¹, Martha Bonilla Moheno⁴, Laura Campos Aria², Estrella Chevez Martin Del Campo³, Jazmín Cobos Silva³, Patricia Dávila Aranda², Cesar Mateo Flores Ortiz², Claudia Gallardo⁴, Lucero García Miranda³, Lilia García Rojas², Maraeva Gianella¹, Víctor Virgilio Hernández Vidal³, Alejandro Martínez González³, Roberto Aburto Muñoz³, Cesar Alejandro Ordoñez Salanueva², Elisa Peresbarbosa Rojas³, Armando Ponce Vargas², Isela Rodríguez Arévalo², Uriel Rodríguez⁴, Lorena Rodríguez⁴, Angela Viviana Rojas Rojas³, Salvador Sampayo Maldonado², Tarin Toledo Aceves⁴, Maria Toledo Garibaldi³, Tiziana Ulian^{1,5}, Flor Vázquez Corzas³, Michael Way¹, Ana Gabriela Zamora Martínez³.

¹Real Jardín Botánico de Kew (RBG Kew), Reino Unido

²Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (FES-I UNAM), México

³Pronatura Veracruz A.C. (PVER), México

⁴Institute of Ecology (INECOL) A.C., México

⁵Universidad de Turin (UniTO), Italia

Créditos de fotografías:

Portada – Silvia Bacci; Il. 1, 2, 5, 6–16, 18, 21, 22, 24–28, 33a, 35b, 36–39a, 40b, 42b, 43b, 44b, 45b, 46a, 47a, 50a, 52 – Silvia Bacci; Il. 3, 4, 17, 19, 20, 23, 29, 31, 32, 34, 35a, 39b, 40a, 41, 42a, 43a, 44a, 45a, 48, 49a, 51 – Lucero García Miranda; Il. 30 – Jerónimo Vázquez; Il. 33b, 50b – Azucena Chaga; Il. 46b, 47b, 49b – Flor Vázquez Corzas.

Diseño de portadas:

Creative Studio, RBG Kew

© Consejo Directivo del Real Jardín Botánico de Kew



