INCREMENTANDO LA CAPTURA DE CARBONO EN CAFETALES BAJO SOMBRA

SEGUNDA EDICIÓN

Editado por:
Gabina Sol Quintas
Jazmin Cobos Silva
Daniel Cabrera Santos
César Flores Ortiz
Isela Rodríguez-Arévalo
Maraeva Gianella
Tiziana Ulian

CAPTURA DE CARBONO EN CAFETALES BAJO SOMBRA

Dedicado a las y los productores de café de los municipios de Chocamán, Coatepec, Huatusco, Ixhuatlán del Café, Teocelo, Totutla y Xico del estado de Veracruz por su participación en el proyecto.

Que sigan las fincas cafetaleras de Veracruz entreverando la experiencia y el conocimiento, la intuición y la investigación, el acto y la palabra, para que, a la par de un espléndido café, germine, crezca y se acahuale la húmeda vida del bosque de niebla, la diversidad natural y la cultura de vida que genera.

Isela Pacheco Cabrera
Pronatura Veracruz A. C.

INCREMENTANDO LA CAPTURA DE CARBONO EN CAFETALES BAJO SOMBRA

Segunda edición

Editado por:
Gabina Sol Quintas
Jazmin Cobos Silva
Daniel Cabrera Santos
César Flores Ortiz
Isela Rodríguez-Arévalo
Maraeva Gianella
Tiziana Ulian

Un proyecto de

en colaboración con

financiado por

¿Quieres saber más?

pronaturaveracruz.org/capturacarbono/

Versión en línea y PDF disponible en:

- https://pronaturaveracruz.org/capturacarbono/
- https://www.kew.org/science/our-science/projects/sequestration-and-livelihoods-coffee

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta obra para fines no comerciales citando a la fuente original. Creative Commons License: CC-BY-NC-ND

ISBN 978-970-96512-4-9

© The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew, la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México y Pronatura Veracruz A. C., 2024
Impreso por: Tempera Impresos

Autoras/es

Real Jardín Botánico de Kew
Dra. Tiziana Ulian
Líder de investigación senior, Uso Sostenible, Semillas y Soluciones (SUSS)

Biól. Michael Way
Coordinador (Américas), Alianza del Banco de Semillas del Milenio

Dra. Maraeva Gianella
Coordinadora de proyectos en Latinoamérica (SUSS)

M. en C. Silvia Bacci
Asistente de investigación - Información y Comunicación LATAM (SUSS)

Lic. Elizabeth Bell
Oficial de proyectos - México (SUSS)

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (FESI-UNAM)
Dr. César Mateo Flores Ortíz
Responsable del Laboratorio de Fisiología Vegetal.

Dr. Daniel Cabrera Santos
Investigador asociado del Laboratorio de Fisiología Vegetal.

Dr. Salvador Sampayo Maldonado
Investigador asociado del Laboratorio de Fisiología Vegetal.

Dra.Isela Rodríguez Arévalo
Directora del Banco de Semillas de FESI-UNAM.

PRONATURA VERACRUZ A. C.
Dra. Gabina Sol Quintas
Coordinadora de Proyecto UKPACT

Lic. Angela Viviana Rojas Rojas
Responsable de la Reserva de Semillas

Lic. Flor Gabriela Vázquez Corzas
Responsable de Monitoreo y Restauración

Dra. Jazmin Cobos Silva
Coordinadora del programa Cafetales y Biodiversidad

Lic. Lucero García Miranda
Jefa de Vivero Bosque Mesófilo de Montaña

Biól. Daniel Jarvio Arellano
Técnico agroforestal

Instituto de Ecología, A. C. (INECOL)
Dr. Robert Hunter Manson, Investigador titular B

Diseño editorial, gráfico e ilustraciones
D.G. Diego Ávila Ruiz

Corrección de estilo
Judith Xochitl Ponce Wainer

Consultora para la Embajada Británica en México
Mtra. Teresa Durand

Instituciones responsables
Real Jardín Botánico de Kew,
Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESI-UNAM),
Pronatura Veracruz A. C.,
Instituto de Ecología A. C.

Autoras/es de las fotos
Alejandro Martínez (Pronatura Veracruz A. C.); Alejandro Salgado Silva, Angela Rojas (Pronatura Veracruz A. C.); Silvia Bacci, Tiziana Ulian (Real Jardín Botánico Kew); CaracaraStudio; Real Jardín Botánico Kew; y Banco de imágenes de Pronatura Veracruz A. C.

Citación sugerida

Cobos Silva, J., Bacci, S., Bell, E., Cabrera Santos, D., Durand, T., Flores Ortiz, C. M., García Miranda, L., Gianella, M., Jarvio, D., Manson, R. H., Quintas, G. S., Rodríguez Arévalo. I., Rojas Rojas, A. V., Sampayo Maldonado, S., Vázquez Corzas, F. G., Way, M., Ulian, T. Editado por Quintas, G., Cobos Silva, J., Cabrera Santos, D., Flores Ortiz, C.M., Rodríguez Arévalo, I., Gianella, M., Ulian, T., 2024. Incrementando la captura de carbono en cafetales bajo sombra. 2a edición. Royal Botanic Gardens, Kew, FESI-UNAM, INECOL y Pronatura Veracruz A. C., Xalapa, Veracruz, México. pp 93.

Índice

Agradecimientos 9
Prefacio 10
Prefacio 11
Siglas, acrónimos y abreviaturas 12
Introducción 13

CAPÍTULO I CAMBIO CLIMÁTICO 18
¿A qué llamamos cambio climático? 19
Afectaciones del cambio climático en diferentes gurpos sociales 22

CAPÍTULO II BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO PARA MITIGAR Y ADAPTARSE AL CAMBIO CLIMÁTICO 24
¿Por qué es importante la captura de carbono? 25
Las plantas nativas aliadas en la captura de carbono 26
¿Cómo se captura el carbono en las fincas cafetaleras? 26
Buenas prácticas en las fincas cafetaleras 26
Plagas y soluciones 26
Podas y productividad 28
Fertilización y conservación del suelo 28
Buenas prácticas en la finca para disminuir la emisión de GEI 28
Ciclos de producción de café 29
Café: especies, variedades e híbridos de Veracruz 30

CAPÍTULO III CAPTURA DE CARBONO EN EL PROYECTO 32
¿Cómo seleccionar especies que favorezcan la captura de carbono en un agroecosistema cafetalero? 33

CAPÍTULO IV CONSERVACIÓN, MANEJO DE SEMILLAS Y PROPAGACIÓN DE PLANTAS 36
Colecta de semillas y ejemplares de herbario 38
Procesamiento y conservación de semillas 38
Conservación a corto y mediano plazo 38
Conservación de semillas a largo plazo 39
¿Cómo obtener semillas de la RESEM, Pronatura Veracruz A. C.? 40
Propagación de plantas 40
Beneficiado 40
Siembra de semillas 40
Manejo de las plantas 41
Entrega de plantas a las y los beneficiarios 41
Árboles nativos aliados del cafetal: 15 especies priorizadas 42
Beilschmiedia mexicana (Mez) Kosterm 42
Bursera simaruba (L.) Sarg 43

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth....46
Cecropia obtusifolia Bertol....48
Erythrina americana Mill....50
Heliocarpus appendiculatus Turcz....52
Heliocarpus donnellsmithii Rose....54
Inga inicuil Schltdl. & Cham. ex G.Don....56
Inga punctata Willd....58
Inga vera Willd....60
Juglans pyriformis Liebm....62
Persea longipes (Schltdl.) Meisn....65
Persea schiedeana Nees....66
Psidium guajava L....68
Trema micranthum (L.) Blume....70

ANEXOS....72
Anexo 1: Otras especies nativas de árboles priorizadas durantes los talleres participativos....73
Anexo 2: Integración de la igualdad de género en proyectos de adpatación al cambio climático en elsector cafetalero....76
¿Cómo afecta el cambio climático a las mujeres productoras de café?....76
¿Cuál es el impacto social del cambio climático en la producción del café?....76
La adaptación al cambio climático con impacto social en el sector cafetalero....76
La igualdad de género e inclusión social en el proyecto....77
Anexo 3: Normas y leyes de conservación mexicanas relacionadas con la cafeticulatura....80
Glosario....82
Referencias....84
Información de contacto....92

Agradecimientos

Este manual es uno de los principales productos del proyecto «Incremento de la capacidad de secuestro de carbono y mejora de medios de vida en los cafetales de sombra del estado de Veracruz, México»[1] (2022-2025), liderado por el Real Jardín Botánico de Kew en colaboración con el Banco de Semillas FESI-UNAM y Pronatura Veracruz, A. C.

El proyecto está financiado por UK PACT México del Gobierno del Reino Unido y la Fundación Emberson, y cuenta con el apoyo de la Embajada Británica en México.

Agradecemos profundamente a las y los productores de café de los municipios de Chocamán, Coatepec, Huatusco, Ixhuatlán del Café, Teocelo, Totutla y Xico en el estado de Veracruz por su activa participación en el proyecto y por las observaciones que nos proporcionaron y que integramos en este manual.

Hacemos mención especial de algunas/os colaboradoras/es:

- Ing. Emmanuel Herrera Martínez y Sr. Juan C. Carrera Rivas de Finca Los Barreales
- Sr. Ramón Suárez Itza y Sra. Lucia Olvera García de Finca Itza-es
- Ing. Marco Tirado Gabilondo de Finca Cielo Abierto
- Sra. Manuela Solís Chanteiro de Finca Tenango
- Sra. Lilia Licona Páez de Finca Xoxitepec

A los productores de café que participan de forma activa en el diseño experimental: Jesús Osorio Jarvio, María Verónica Vázquez Tepetla, María Isabel Páez Limón, Bernabé Ambrosio García, Joaquín Rodríguez Fernández y Roberto Licona.

Los y las autoras deseamos dar las gracias a la Dra. Patricia Dávila Aranda, líder del proyecto en México, así como a los equipos del Real Jardín Botánico de Kew, el Banco de Semillas y el Laboratorio de Fisiología Vegetal, el Instituto de Ecología A. C. y Pronatura Veracruz A. C., quienes hicieron posible esta publicación.

Asimismo, queremos agradecer a las siguientes personas por haber contribuido significativamente a este proyecto:

- Lic. Dora Galicia Contreras (presidenta municipal) e Ing. Luis Alberto Santamaría García (director de Medio Ambiente y Sustentabilidad) del H. Ayuntamiento de Ixhuatlán del Café.
- Ing. Ventura Demuner Reyes (presidente municipal) e Ing. José Luis Alfonso Palacios (regidor III) del H. Ayuntamiento de Huatusco.
- Lic. Isaac Anell Reyes (presidente municipal) y Lic. Eduardo Méndez (director de Fomento Agropecuario) del H. Ayuntamiento de Teocelo.
- Biól. Armando Ponce Vargas y Biól. Lilia García Rojas del Banco de Semillas, FESI-UNAM.
- M. en C. Josefina Vázquez Medrano y Biól. Anabel Ruíz Flores del Laboratorio de Fisiología Vegetal.
- Dra. Alejandra Salguero Velázquez, especialista en Igualdad de Género e Inclusión Social (IGIS) de la facultad de Psicología, FESI-UNAM.
- Dra. Elena Lazos Chavero, Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.
- Mtra. Alma Delia Palacios Reyes y Mtra. Claudia Pando, consultoras externas UNAM, Mtro. Alejandro May Guillén, consultor externo UNAM.
- M. en C. Elisa Peresbarbosa Rojas, M. C. Diana Vázquez Balbuena, Biól. Yumei Cabrera Carrasco, Lic. José Luís Ramírez Morales, Lic. Alejandro Martínez González, Virgilio Hernández Vidal y Lic. José Isidro Marín Mendoza, del equipo de Pronatura Veracruz A. C.
- Dra. María Toledo Garibaldi del INECOL.
- Lic. Alejandro Guerrero Lara y el equipo de comunicación del proyecto.
- Dra. Beatriz del Valle Cárdenas del Fondo Golfo de México A. C.
- Mtra. Camila Gutiérrez Aguilera del Real Jardín Botánico de Kew.
- Fraser Gregg del Real Jardín Botánico de Kew.
- Dr. Carlos Roberto Cerdán Cabrera, Dir. de la Facultad de Ciencias Agrícolas, UV.

Finalmente, agradecemos a la Embajada Británica en México por su constante apoyo durante el Proyecto, en particular a Martin Johnston, Carlos Lozano Martínez, Carlos Villa.

1 «Enhancing carbon sequestration and improving livelihoods in shade-grown coffee plantations in the State of Veracruz».

Prefacio

Sr. Jon Benjamin
British Ambassador to Mexico

En 2018, el Reino Unido y México lanzaron el programa de colaboración para acelerar las transiciones climáticas (UK PACT), el cual refleja el compromiso de ambos países para abordar el cambio climático, el mayor desafío global que enfrenta nuestra generación. UK PACT trabaja con países socios para diseñar e invertir en iniciativas que promuevan una economía sostenible e inclusiva.

Dentro de ese programa más amplio, las dos prioridades principales de este proyecto en México son acelerar la captura de carbono, a través de la reforestación y mejorar los medios de vida y la calidad de vida de las comunidades que protegen los bosques locales. Tres socios implementadores hacen esto posible: el Real Jardín Botánico de Kew, la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México y Pronatura Veracruz. Esta asociación reúne las fortalezas de cada organización en ciencia, investigación y trabajo comunitario.

El café de sombra ofrece una serie de claras ventajas sobre la producción de café tradicional. Aumenta la calidad del café y reduce las plagas, lo que da como resultado precios más altos del café y mayores ingresos para las y los productores. El elemento de reforestación del proyecto involucró una selección muy cuidadosa y especializada de las especies de árboles, que este documento describe en detalle. Los nuevos árboles, una vez plantados, optimizarán la captura de carbono y la generación de ingresos al proporcionar nueces, frutas, saborizantes e ingredientes para productos farmacéuticos y cosméticos. Es importante destacar que también contrarrestarán la deforestación y mejorarán la biodiversidad.

Desde hace un tiempo, el aumento de las temperaturas por el cambio climático ha afectado negativamente la producción de café en los bosques de niebla de Veracruz. De hecho, según una estimación, esta zona perderá el 57 % de su producción de café para 2040 debido a las altas temperaturas. Bajo presión, las y los productores están abandonando el café y recurriendo a monocultivos como la caña de azúcar y los cítricos o incluso vendiendo sus parcelas. El café de sombra ofrece una alternativa económica y ambientalmente sustentable.

Durante la primera fase del proyecto, tuve el placer de visitar las comunidades de Huatusco, Teocelo y Coatepec en una parte muy hermosa de Veracruz. Vi de primera mano la sorprendente diferencia entre los métodos de cultivo de café tradicionales y de sombra y comencé a apreciar el verdadero valor de estas nuevas prácticas agroforestales.

Para esta segunda fase del proyecto, y segunda edición de este manual, me complace ver las actualizaciones incorporadas por el equipo implementador, las cuales incluyen notas técnicas más detalladas, imágenes e información sobre mejores prácticas, a la vez que se especifican las diferencias operativas entre las plantaciones de café de sol y las de sombra. Estas actualizaciones son muy demandadas y son una respuesta directa a la retroalimentación recibida por las y los productores durante talleres participativos. Confío en que esta actualización brinda toda la información relevante necesaria para apoyar las fases posteriores del proyecto.

Quiero concluir agradeciendo a todas esas personas de las comunidades, los socios implementadores y el equipo de UK PACT por el tiempo y la dedicación que han brindado para hacer de este proyecto un éxito hasta ahora. Me complace informar que el Reino Unido está actualmente considerando una tercera fase del proyecto en 2024-2025. Más detalles sobre esto por venir, pero mientras tanto, el Reino Unido sigue comprometido a apoyar los esfuerzos de mitigación del cambio climático en México a través de acciones locales específicas, como aquellas emprendidas por quienes lideran la transición climática en las áreas que se benefician por este proyecto de Café de Sombra de UK PACT.

Sr. Jon Benjamin
British Ambassador to Mexico

Prefacio

M. en C. Elisa Peresbarbosa Rojas
Directora General Pronatura Veracruz A. C.

Nos encontramos en la segunda fase del proyecto «Incremento de la capacidad de secuestro de carbono y mejora de medios de vida en los cafetales de sombra del Estado de Veracruz, México», y la segunda edición de este Manual. Hay tres puntos que me interesa resaltar: i) las capacidades que se generan en productoras y productores a través del intercambio de experiencias, ii) las pruebas de reforestación que se están desarrollando usando las especies de árboles nativos que fueron seleccionados en la primera fase y iii) el esfuerzo por facilitar el vínculo entre grupos de interés claves en la producción de café de sombra para continuar fortaleciendo las relaciones y con ello, el potencial surgimiento y/o fortalecimiento de colaboraciones y alianzas que permitan conservar, mantener y fortalecer el sistema productivo de café de sombra y su inexorable vínculo con la conservación de la biodiversidad en regiones montañosas de México.

El fortalecimiento de las capacidades de productoras y productores, se ha realizado en parte a través de un taller en donde ellas y ellos pudieron compartir su conocimiento tradicional sobre el uso de diversas especies de árboles nativos – situación que me parece extremadamente enriquecedora y que debería repetirse constantemente, ya que el intercambio de conocimiento práctico sobre el uso de árboles nativos puede ayudar considerablemente a mejorar las prácticas de manejo de las fincas y su biodiversidad. Algunos ejemplos incluyen que la mezcla de árboles de naranja, limón y guaje ayuda a fijar nitrógeno, que la guayaba y la guanábana les ayuda a ahuyentar o combatir algunas plagas, que el jinicuil aporta muchas hojas y nutrientes al suelo, el jonote atrae polinizadores y produce un hongo delicioso y que la guayaba tiene una raíz muy fuerte, ayudando a combatir las tuzas. La riqueza de este conocimiento que se genera día a día en el manejo de las fincas es tan basta y rica, que este tipo de encuentros debe propiciarse con mayor frecuencia.

Por otro lado, el comenzar a hacer experimentos de reforestación en las fincas cafetaleras, involucrando a las y los propietarios y las y los trabajadores de la finca, me parece un excelente mecanismo para ir involucrando a las y los productores en el conocimiento de los árboles, su cuidado y la generación de información sobre el comportamiento de las especies nativas en un sin número de condiciones en las que se desarrollan las fincas: una especie de ciencia ciudadana de los árboles.

Ojalá y el esfuerzo generado en este proyecto permita despertar la inquietud de muchas/os productores en el conocimiento y cuidado de los árboles nativos y así comiencen a colectar semillas y propagar árboles nativos y continúen el esfuerzo de enriquecer los paisajes cafetaleros en donde se asienta su finca, lo que sin duda permitirá contar con un paisaje mucho más resiliente para adaptarse al cambio climático.

Por su parte, el vínculo entre grupos de interés es indispensable para seguir impulsando y fortaleciendo una cafeticultura de sombra; se da constantemente y debe ser alimentado y reforzado. Existen muy pocos sistemas productivos en el mundo que ofrecen alternativas económicas a una gran variedad de personas-sectores, al mismo tiempo que conservan la biodiversidad y los servicios ambientales como es la producción de café de sombra. Este sistema productivo merece el constante esfuerzo y atención de múltiples grupos de interés para lograr posicionarlo aún más y lograr que los cientos de productoras/es que día a día cuidan de sus fincas tengan la remuneración que les permita seguir manteniendo este sistema productivo, amenazado por el cambio de uso de suelo hacia sistemas productivos con mayor rentabilidad.

Esperamos que el esfuerzo que hacemos a través de este proyecto y este informe permitan construir un nuevo eslabón de fortalecimiento de este sistema productivo y de conservación.

M. en C. Elisa Peresbarbosa Rojas
Directora General Pronatura Veracruz A. C.

Siglas, acrónimos y abreviaturas

BMM bosque mesófilo de montaña (también conocido como bosque de niebla)

C carbono

CO_2 dióxido de carbono

CONABIO Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

DAP diámetro a la altura del pecho

EE. UU. Estados Unidos de América

FESI-UNAM Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México

GEI gases de efecto invernadero

ha hectárea

IGIS igualdad de género e inclusión social

INECOL Instituto de Ecología A. C.

INMECAFE Instituto Mexicano del Café

O oxígeno

OIC Organización Internacional del Café

UKPACT Partnering Accelerated Climate Transitions

pH concentración de iones de hidrógeno en una solución; medida que indica acidez o alcalinidad

REMIB Red Mundial de Información sobre la Biodiversidad

RESEM Reserva de Semillas de Pronatura Veracruz A. C.

t tonelada

Introducción

Elizabeth Bell, Maraeva Gianella,
Teresa Durand y Tiziana Ulian.

Contexto

Los bosques del estado de Veracruz representan un punto clave de la biodiversidad mesoamericana y han sido evaluados como uno de los mayores centros de diversidad arbórea de México. El bosque de niebla (también llamado bosque mesófilo de montaña) es de gran importancia en el estado. Los bosques de niebla cubren menos del 1 % del territorio nacional, pero albergan alrededor del 10 % de la biodiversidad vegetal del país, que incluye un gran número de especies endémicas (especies que solo se encuentran en el país).

El sustento de la mayoría de las familias de la región central de Veracruz depende de la producción de café, una actividad vital para la economía local. Las estadísticas recientes indican que el 32 % de las mujeres se autoemplea al tiempo que busca una forma de no abandonar sus labores del hogar, mientras que el 68 % no realiza actividades económicas, por lo que no recibe ingresos. El 74 % de las mujeres administra el dinero y toma decisiones en sus hogares.

En México, más de 700 000 ha con café son cultivados por alrededor de 560 000 productores, la mayoría en predios de hasta 5 ha (considerados pequeños productores). El 90 % del café se produce bajo sombra y el 50 % se exporta. El estado de Veracruz ocupa el segundo lugar en la producción de café en México con más de 145 210 ha cultivadas.

Figura 1. Paisaje del bosque de niebla de Veracruz (noviembre 2022). Créditos: RBG Kew.

Figura 2. Cerezas de café. Créditos: RBG Kew.

Figura 3. Imagen de granos de café secos. Créditos: RBG Kew.

La región cafetalera del estado de Veracruz se distribuye en 842 comunidades y 82 municipios donde habitan cerca de 86 000 productores, entre los que se encuentran pequeños productores o minifundistas (el 93.5 % de las fincas cafetaleras tienen una superficie menor a 3 ha). Las y los pequeños agricultores (tierras de entre 2 y 3 ha) han representado tradicionalmente más del 80 % de los y las productoras de café de la región. Los paisajes cafetaleros en esta región también son capaces de albergar hasta el 85 % de las especies encontradas en fragmentos de bosque de niebla.

El cambio climático está alterando las condiciones de cultivo y el 50 % de la zona de bosque de niebla de México ya ha sido transformada por actividades humanas (como la urbanización y la deforestación para la agricultura). Esto ha causado una reducción en la capacidad de estos bosques para sustentar los medios de vida de las comunidades locales, inclusive para la producción de café.

Esta reducción se relaciona con una menor capacidad del bosque para mitigar el cambio climático mediante la eliminación de carbono de la atmósfera, por lo que es importante encontrar estrategias de mitigación innovadoras. Enriquecer los cafetales bajo sombra con árboles nativos que tienen una alta capacidad para secuestrar carbono y que, además, sean útiles para las comunidades locales permite contribuir a reducir los efectos del cambio climático, al tiempo que mejora los medios de vida locales.

El proyecto

El proyecto «Incremento de la capacidad de secuestro de carbono y mejora de medios de vida en los cafetales de sombra del estado de Veracruz, México» (Enhancing carbon sequestration and improving livelihoods in shade-grown coffee plantations in the State of Veracruz, Mexico) tiene como objetivo el fortalecimiento de las capacidades de las y los productores de café para mitigar el cambio climático, conservar la biodiversidad y mejorar sus medios de vida al aumentar la diversidad de árboles y sus servicios ecosistémicos en plantaciones de café bajo sombra intercalados en fragmentos de bosque de niebla en Veracruz, México. Los objetivos específicos son: (1) desarrollar una metodología para la selección y el manejo agroecológico de especies con alto potencial para la captura de carbono en bosque de niebla; (2) apoyar la conservación de árboles nativos; y (3) mejorar los medios de vida de las y los pequeños productores a partir del uso sostenible de los bienes y servicios forestales en plantaciones de café de sombra.

Áreas productoras de café en Veracruz

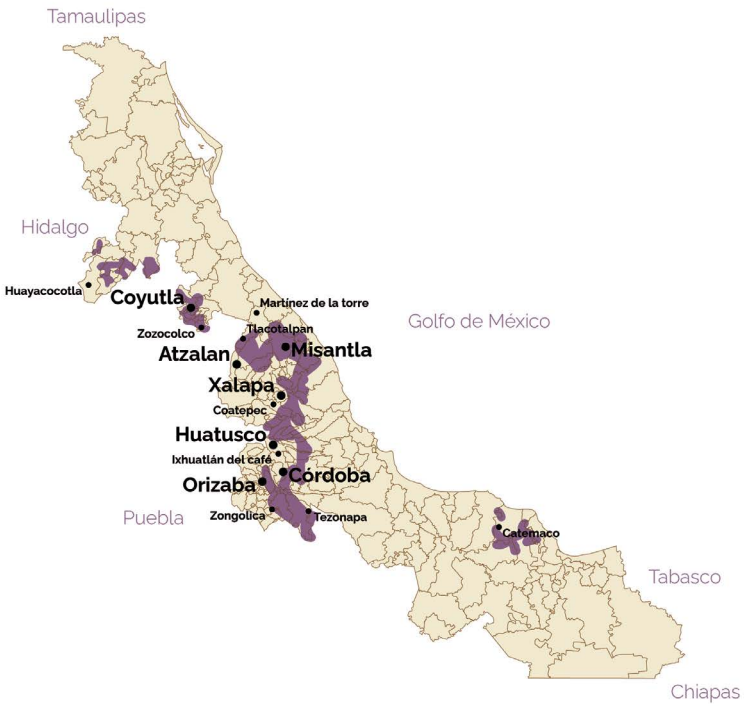


Figura 4. Áreas productoras de café en Veracruz

Resumen de los principales resultados de la primera fase:

- Se desarrolló, produjo y difundió una metodología para la selección y el manejo agroecológico de especies arbóreas nativas con alto potencial de captura de carbono y resilientes al cambio climático en el bosque mesófilo de montaña (BMM) del estado de Veracruz, a través de productos de conocimiento y difusión.
- Como resultado, se produjo una lista de 25 especies de árboles nativos mediante (i) la aplicación de una clasificación basada en algoritmos que considera la distribución, el uso y el potencial de secuestro de carbono regional y local en la flora de la región del estado de Veracruz y (ii) la impartición de talleres participativos para identificar especies de árboles nativos de importancia para la comunidad local (clasificación final), incluidos usos humanos y servicios ecosistémicos. Este resultado se incorporó al producto de conocimiento "Informe de análisis sobre la selección de 25 especies arbóreas nativas" entregado como parte de la primera fase del proyecto.
- Con base en la lista final de especies de árboles nativos, se recolectaron, procesaron y conservaron semillas para su conservación a largo plazo en el banco de semillas de FESI-UNAM (20 especies). Las primeras siete especies de árboles nativos se estudiaron en términos de captura de carbono (análisis de carbono en el campo) y resiliencia climática (estudios de germinación en el laboratorio).
- Todos los resultados se difundieron en forma de productos de conocimiento, es decir, «Evaluación de la resiliencia climática» y «Evaluación del potencial de captura de carbono», manual, videos (un video corto y un video largo compuesto por seis cápsulas) y otros productos de difusión (fichas de información técnica, postales, blogs y carteles).
- El proyecto fue diseñado y puesto en marcha integrando los principios IGIS (igualdad de género e inclusión social) en sus actividades.

Los principales objetivos de la segunda fase son:

- Mejorar las habilidades de las y los pequeños caficultores para mitigar el cambio climático mediante capacitación y pruebas piloto de reforestación usando las especies de árboles nativos seleccionadas en la primera fase.
- Desarrollar vías para que los pequeños caficultores mejoren sus medios de vida, identificando oportunidades comerciales en plantaciones de café de sombra en el estado de Veracruz y basándose en un análisis socioeconómico y de mercado.
- Sensibilizar sobre la metodología mediante la difusión de productos de comunicación, tales como bienes públicos globales.
- Consolidar y validar la metodología para la selección y el manejo agroecológico de especies arbóreas nativas con alto potencial de captura de carbono y resilientes al cambio climático en cafetales de sombra.
- Fortalecer la red existente de pequeños agricultores y partes interesadas relevantes para mitigar el impacto del cambio climático en las plantaciones de café de sombra en México.

El diseño y la ejecución de las actividades del proyecto integran elementos de análisis de género con respecto a los impactos del cambio climático. Esta perspectiva ayuda al personal del proyecto a adaptar las estrategias de participación para abordar las diferencias en la manera en que hombres y mujeres experimentan los impactos climáticos. Involucrar a mujeres y hombres en el proyecto permite identificar las relaciones de género que, en ocasiones, limitan las capacidades de adaptación de mujeres, hombres, niñas y niños ante los factores negativos del cambio climático.

Figura 5. Taller participativo comunitario en la finca Cielo Abierto, Xalapa, Veracruz, septiembre 2023. Créditos: RBG Kew.

El proyecto está liderado por el Real Jardín Botánico de Kew (RBG Kew, por sus siglas en inglés), en colaboración con el Banco de Semillas de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Pronatura Veracruz, A. C. (2022-2025). Cuenta con la colaboración de las y los productores de café de los municipios de Chocamán, Coatepec, Huatusco, Ixhuatlán del Café, Teocelo, Totutla y Xico en el estado de Veracruz, que son los principales beneficiarios de este proyecto.

El manual

Este documento es uno de los principales productos de difusión del proyecto, ya que contiene información sobre el impacto del cambio climático en las plantaciones de café y la capacidad de los árboles de diferentes especies para capturar carbono y mitigar el cambio climático. Asimismo, el informe explica la metodología desarrollada durante el proyecto y los resultados obtenidos, que involucran los siguientes aspectos: la selección de especies arbóreas nativas; la recolección y el manejo de las semillas y las normas y leyes de conservación mexicanas; las buenas prácticas para mitigar el cambio climático en las fincas; y la propagación de árboles nativos.

Las especies mencionadas en este informe se seleccionaron por medio de un método desarrollado por el equipo del proyecto para identificar una lista de árboles nativos con alto potencial de captura de carbono y que al mismo tiempo puedan mejorar los medios de vida de las comunidades; así, se incluyen especies útiles para la alimentación, la medicina, la construcción y la sombra que proporcionan a las plantas de café, entre otros.

A partir del listado de árboles nativos de México, se elaboró la lista de especies arbóreas del estado de Veracruz. Posteriormente, se utilizaron criterios científicos y sociales para proponer un listado de 50 especies (Laboratorio de Fisiología Vegetal, FESI-UNAM), que fue evaluado y avalado a partir del desarrollo de talleres comunitarios. De este modo, se priorizaron 25 especies con interés socioeconómico (Pronatura Veracruz A. C.) y se obtuvo el listado final de las especies útiles para las comunidades locales y con mayor capacidad de captura de carbono.

De acuerdo con el orden de prioridad, las semillas de 15 especies fueron recolectadas y conservadas en el Banco de Semillas de la FESI-UNAM. De estas, las primeras siete se analizaron en el campo para determinar su capacidad para capturar carbono y se les realizaron estudios de germinación de semillas para determinar su resiliencia al cambio climático (Laboratorio de Fisiología Vegetal, FESI-UNAM).

Este documento se ha elaborado para productoras/es, implementadoras/es, académicas/os y un público general y técnico con la idea de que el método de selección de las especies de árboles pueda ayudar a robustecer las capacidades de las y los productores de café para mitigar el cambio climático y asimismo aumentar la diversidad de árboles nativos y sus servicios ecosistémicos en las plantaciones de café bajo sombra intercaladas en fragmentos de bosque de niebla del estado de Veracruz, México. Asimismo, se espera que pueda ser utilizado para otras regiones cafetaleras de México, Latinoamérica y posiblemente del mundo.

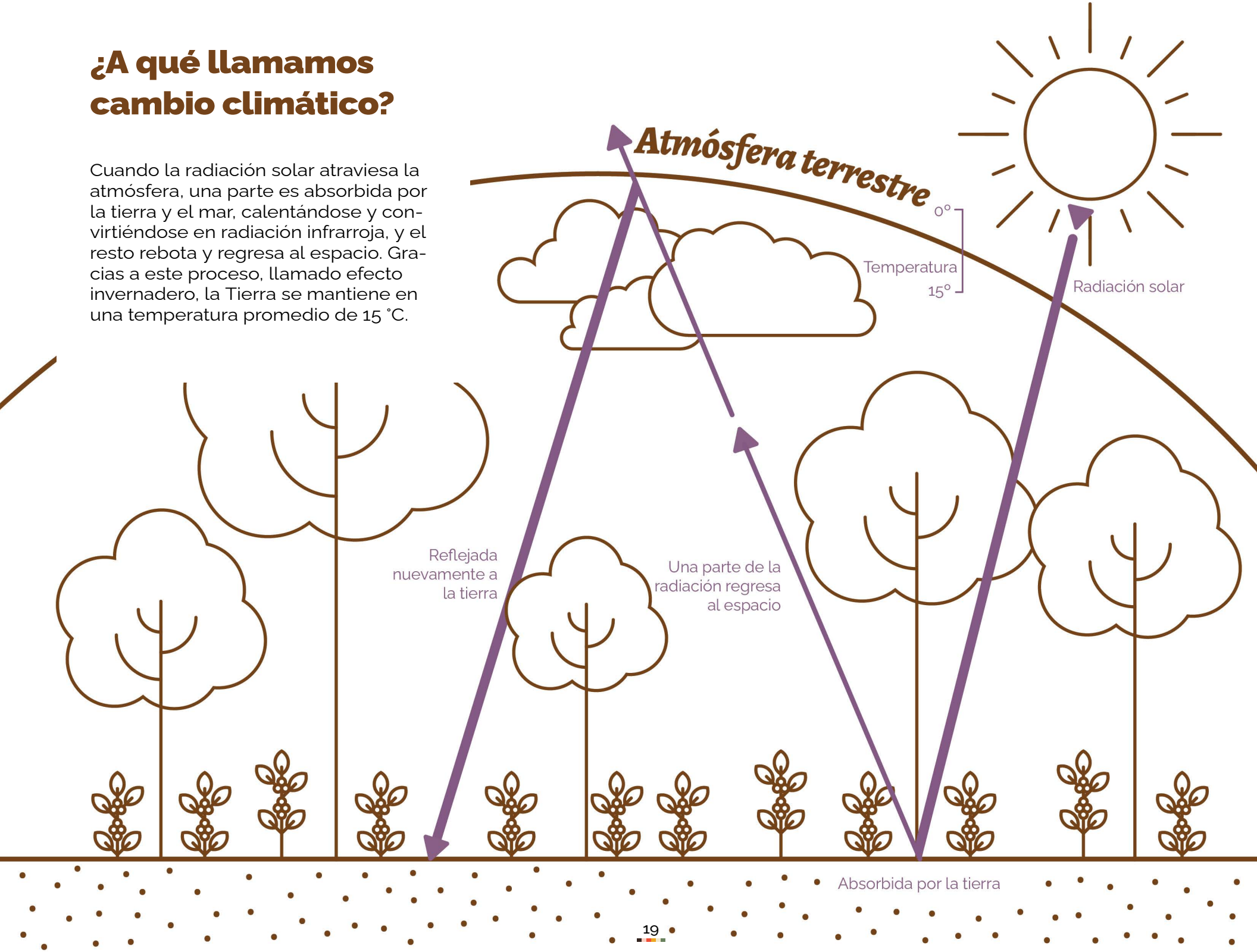
La presente es la segunda edición del manual. Su proceso de revisión incorporó los comentarios de las y los productores de café de los municipios de Chocamán, Coatepec, Huatusco, Ixhuatlán del Café, Teocelo, Totutla y Xico (estado de Veracruz) que participaron en los talleres participativos comunitarios llevados a cabo en febrero y septiembre de 2023. El objetivo de estos talleres fue presentar los resultados del proyecto y recibir retroalimentación sobre los productos elaborados en la primera fase del proyecto, entre otros la primera edición de este documento.

Capítulo I
Cambio climático

Robert Hunter Manson y Teresa Durand

¿A qué llamamos cambio climático?

Cuando la radiación solar atraviesa la atmósfera, una parte es absorbida por la tierra y el mar, calentándose y convirtiéndose en radiación infrarroja, y el resto rebota y regresa al espacio. Gracias a este proceso, llamado efecto invernadero, la Tierra se mantiene en una temperatura promedio de 15 ˚C.



La concentración de los gases efecto invernadero (GEI) en la atmósfera de la Tierra va en aumento. Como resultado, cada vez hay más radiación infrarroja atrapada, lo que incrementa la temperatura de la Tierra. Esto se conoce como calentamiento global. En conjunto, los efectos de este calentamiento incluyen: aumento en la temperatura, cambio en los patrones de precipitación y mayor frecuencia e intensidad de tormentas tropicales. Esto se conoce como cambio climático.

Producción de los principales GEI:

GEI

(Gases de Efecto Invernadero)

Los GEI se componen por:

76 % Dióxido de carbono

16 % Metano

Distribuidos de la siguiente manera:

25 % Generación de electricidad y calefacción

24 % Agricultura y otros cambios de uso de suelo

21 % Industria

14 % Transporte

10 % Otras emisiones del sector energético

6 % Uso doméstico

Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), 2019.

El aumento de las emisiones de GEI se debe principalmente a:

- **La quema de carbón, petróleo y gas,** ya que produce dióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso.
- **La tala de bosques (deforestación)**, puesto que los árboles ayudan a regular el clima absorbiendo CO_2 de la atmósfera; se pierde efecto beneficioso cuando se talan y el carbono almacenado en los árboles se libera a la atmósfera, lo que aumenta el efecto invernadero.
- **El incremento de la ganadería,** ya que vacas y ovejas producen grandes cantidades de metano cuando digieren sus alimentos.
- **Los fertilizantes que contienen nitrógeno,** pues producen emisiones de óxido nitroso.
- **Los gases fluorados** emitidos por equipos y productos que utilizan estos gases (por ejemplo, aerosoles y aire acondicionado); estas emisiones tienen un efecto de calentamiento muy fuerte de hasta 23 000 veces mayor que el del CO_2.

Las actividades del sector agropecuario que emiten altas cantidades de GEI son el uso excesivo de fertilizantes y el transporte y procesamiento de productos agrícolas a lo largo de su cadena de valor.

En el cultivo del café se observan los siguientes impactos particulares del cambio climático:

- Alteración de los ciclos fenológicos del café
- Incremento en la presencia de plagas
- Pérdida de frutos y flores
- Estrés hídrico en los cafetos
- Disminución de la producción y la calidad del grano
- Mayor variabilidad en los precios

Los efectos del cambio climático afectan directamente la producción de café, lo que pone en riesgo los medios de vida de las y los productores de café y sus familias

Figura 6. Cafetal joven sin sombra. Créditos: RBG Kew.

Figura 7. Cafetal con sombra. Créditos: RBG Kew.

Afectaciones del cambio climático en diferentes grupos sociales

Los impactos del cambio climático afectan en mayor medida a las mujeres, las personas con discapacidad, las y los adultos mayores, las y los migrantes, las y los refugiados y las personas que trabajan en el sector informal. Estos grupos tienden a experimentar una mayor exclusión y vulnerabilidad debido a sus niveles de pobreza, ubicación geográfica y dependencia de los recursos naturales para su sustento, entre otros.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), el café es uno de los productos agrícolas y de las bebidas más consumidas en el mundo. Su cultivo en Latinoamérica es uno de los principales medios de vida y genera empleo a millones de familias en zonas rurales. La Organización Internacional del Café (OIC) calcula que, mundialmente, hasta el 70 % de la fuerza de trabajo en el sector café es femenino. Sin embargo, la actividad cafetalera ha sido considerada históricamente como una actividad de hombres.

Las mujeres participan en el trabajo de campo, la cosecha y el procesamiento del café, mientras que los hombres se dedican al mantenimiento de la parcela, el transporte y la venta del café. Esta división de tareas en la producción cafetera reduce el acceso de las mujeres al mercado y obstaculiza su autonomía económica.

Figura 8. Sra. Lucía Olvera García, productora de café, Xico, Veracruz. Créditos: RBG Kew.

Este proyecto integra un enfoque de género de los impactos del cambio climático en el diseño y la implementación de sus actividades. Esta perspectiva ayudó al personal del proyecto a adaptar las estrategias de participación para abordar las diferencias en la manera en que hombres y mujeres experimentan los impactos climáticos. Involucrar a mujeres y hombres en el proyecto permitió identificar las relaciones de género que, en ocasiones, limitan las capacidades de adaptación de mujeres, hombres, niños y niñas a los factores negativos del cambio climático.

Figura 9. Productoras participando en el taller comunitario en Teocelo, Veracruz. Créditos: RBG Kew.

Figura 10. Don Ramón Suárez Izta, productor de café en Xico, Veracruz. Créditos: RBG Kew.

Capítulo II
Buenas prácticas de manejo para mitigar y adaptarse al cambio climático

Daniel Jarvio Arellano, Gabina Sol Quintas, Lucero García Miranda, Silvia Bacci, César Mateo Ortíz, Robert Manson Hunter y Daniel Cabrera Santos

¿Por qué es importante la captura de carbono?

Ciclo del carbono
El ciclo del carbono es un proceso donde se intercambia y transforma este elemento entre las capas del planeta (biósfera, atmósfera y los océanos) por medio de procesos químicos, físicos, geológicos y biológicos. Las plantas asimilan carbono (C) mediante la fotosíntesis como parte de su ciclo de vida, capturando el dióxido de carbono (CO_2) y almacenándolo en sus tejidos (hojas, ramas, tronco).

Cuando un consumidor se alimenta con vegetales, o parte de una planta, el carbono es asimilado y transformado en energía y células nuevas, integrándose a la cadena trófica. Al morir los animales y las plantas, parte del carbono almacenado se queda atrapado en la materia orgánica del suelo y el resto vuelve a la atmósfera a través del proceso de descomposición. A su vez, durante la respiración, también se libera CO_2. En la atmósfera, este CO_2 es capturado de nuevo por las plantas para iniciar el ciclo nuevamente.

Los combustibles fósiles formados por restos de animales y plantas desde hace millones de años constituyen un almacenamiento de carbono que es liberado a la atmósfera cuando se queman. Por lo tanto, el papel desempeñado por los árboles en zonas conservadas o restauradas para capturar carbono es una herramienta importante para mitigar el cambio climático.

Las plantas nativas aliadas en la captura de carbono

Existen diferentes características de las plantas que favorecen la captura y el almacenamiento de carbono:

- **Árboles de crecimiento rápido:** almacenan una mayor cantidad de carbono durante sus primeros años, a menudo el periodo más productivo de un árbol.
- **Árboles longevos:** pueden mantener el carbono almacenado durante generaciones sin liberarlo.
- **Hojas grandes y coronas anchas:** permiten maximizar la fotosíntesis.
- **Especies nativas:** prosperan en su suelo y apoyan mejor a la vida silvestre local.
- **Especies de bajo mantenimiento y resistentes a las enfermedades:** crecen mejor sin fertilizantes y equipos que producen GEI.

Véase el capítulo 4 y el anexo 1 para más información sobre los árboles nativos de Veracruz.

¿Cómo se captura el carbono en las fincas cafetaleras?

Los sistemas agroforestales, es decir, sistemas agrícolas en combinación con especies de árboles perennes nativos, permiten almacenar y capturar una cantidad importante de CO_2 a través de la vegetación y del suelo. Por ello, se consideran clave para la mitigación de los efectos del cambio climático.

La vegetación de los cafetales bajo sombra, con un manejo rústico o policultivos tradicionales, es similar a la de los bosques secundarios. En el manejo rústico tradicional, se mantiene la cobertura arbórea original, bajo la cual se cultiva el cafeto; en contraposición, en el policultivo tradicional, el café se produce junto con muchas otras especies de plantas beneficiosas en una plantación con sombra. Estos agroecosistemas manejados con prácticas orgánicas capturan mayores cantidades de carbono gracias a los árboles usados para sombra y los cafetos (194.7 t/ha), comparados con los policultivos no-orgánicos (134.9 t/ha) y los cafetales bajo la sombra de árboles del género Inga, tales como jinicuil, chalahuite o pámpano (154.3 t/ha).

Además, el almacenamiento de carbono también se da por la descomposición y almacenamiento de materia orgánica en los suelos. La tasa de almacenamiento es más alta en árboles de cafetales jóvenes que en cafetales maduros.

Para mitigar las emisiones de GEI y el cambio climático, las acciones apuntan a:

- Evitar la pérdida de carbono almacenado en los agroecosistemas causado por la deforestación o reconversión de cafetales de sombra a monocultivos.
- Cuidar el carbono almacenado en el suelo mediante prácticas que reducen la erosión de suelo.
- Cuantificar periódicamente las tasas de captura o secuestro del carbono en biomasa o suelos en cada hectárea.

Contar con evidencia científica confiable sobre la cantidad de carbono capturado puede ser útil para acceder a estímulos económicos, como son los bonos de carbono (también llamados créditos de carbono). Estudios realizados en sistemas agroforestales en los trópicos, incluyendo a los cafetales de sombra, muestran que estos sistemas típicamente capturan de 1.5 a 3, o incluso hasta 5.3, toneladas de carbono por hectárea cada década.

Buenas prácticas en las fincas cafetaleras

Las buenas prácticas son todas aquellas actividades de manejo que debemos realizar en nuestras fincas para mejorar la productividad de forma sustentable, asegurando la permanencia de los servicios ambientales que genera la finca.

Las principales actividades de manejo en una finca son el control y el monitoreo de plagas o enfermedades, la fertilización, la poda de árboles y el deshierbe.

Plagas y soluciones

Las plagas y enfermedades son una de las principales amenazas para el cultivo. Se encuentran entre los factores limitantes más importantes de la productividad de los sistemas agroforestales, ya que pueden ser responsables de la pérdida de entre 30 y 50 % de la producción.
Por lo que respecta a la región cafetalera

de Coatepec, las principales plagas se centran en las tres que a continuación se mencionan:

- Roya (*Hemileia vastatrix*) - hongo
- Broca (*Hypothenemus hampei*) - coleóptero
- Nematodos (*Meloidogyne* sp. y *Pratylenchus* sp.)

La prevención mediante el control del porcentaje de sombra y la correcta ventilación de la finca contribuye al primer paso de asegurar un microclima que inhibe el crecimiento de poblaciones de plagas. El monitoreo constante de las poblaciones de plagas permitirá decidir sobre las acciones a tomar.

La roya es un hongo que provoca la caída prematura de las hojas, lo cual reduce su capacidad fotosintética y ocasiona la muerte de ramas e incluso de árboles. Los cafetales de sol son altamente vulnerables a este hongo, pues facilitan el movimiento de las esporas. Se recomienda diversificar el cafetal con otras especies de árboles nativos, maderables y frutales, dando diversidad de tamaños y composición a este agroecosistema. El monocultivo es el mayor tipo de cafetal vulnerable a la roya por sus temperaturas más altas y el fácil acceso a esporas del hongo. Es importante observar el grado de infestación que presentan parcelas vecinas y fomentar la integración de tales parcelas en el control y manejo de la plaga.

La broca es un coleóptero Curculionidae que ocasiona daño físico a los granos de café y la caída prematura de los mismos, disminuye la productividad de las huertas cafetaleras y altera la bebida por la presencia de ocratoxinas. La ocratoxina A (OTA) es una micotoxina neurotóxica, inmunosupresora, genotóxica, carcinógena y teratogénica que contamina alimentos de consumo humano, principalmente cereales y derivados, bebidas alcohólicas y productos de molienda (café, cacao).

Una de las principales causas por las que se incrementan las poblaciones de broca en los cafetales es el aumento de temperaturas debido al cambio climático, ya que esto acelera su tasa reproductiva. La presencia de frutos de café que no se cortan de las plantas también representa una fuente importante de adultos que pueden acelerar el crecimiento poblacional. Los principales métodos de control biológico de la broca incluyen un buen manejo de la sombra para asegurar microclimas más frescos, la colecta y destrucción de todos los frutos no cosechadas y el uso de hongos entomopatógenos como *Bauveria bassiana*. Estos últimos son microorganismos que atacan insectos y ácaros y que desempeñan un papel importante dentro de la biodiversidad, pues a partir de ellos se obtienen productos biológicos llamados bioinsecticidas, que son utilizados para controlar los insectos plaga en los cultivos.

También se recomienda combatir la broca mediante la colocación de trampas con corchos y atrayentes formados por mezclas de alcohol metílico y etílico, las cuales se posicionan a una altura correspondiente a tres cuartas partes de lo que mida la planta, bajo condiciones de sombra. Se recomienda colocar al menos 16 trampas por cada hectárea de cultivo de café y cambiarlas constantemente.

Los nematodos, conocidos como «gusanos redondos», son gusanos unisexuales de cuerpo cilíndrico y delgado, no segmentados y cubiertos por una cutícula; existen formas libres y parásitas. Los nematodos fitoparásitos son uno de los principales patógenos que afectan el cultivo del cafeto, causando reducciones en el rendimiento entre el 15 y 60 %. Se han encontrado numerosas especies de nematodos en los cafetos, pero *Pratylenchus filipjev* (reducción del rendimiento entre un 29 y 78 %) y *Meloidogyne goeldison* (reducción del rendimiento entre un 10 y 100 %) son los más ampliamente distribuidos y los que causan mayores daños a los cultivos. Estos nematodos se alimentan penetrando las células de las raíces de las plantas y afectan su absorción directamente. El daño comienza cuando entran y se multiplican: las raíces adquieren un característico color marrón oscuro, provocado por la necrosis de las células afectadas y la invasión de patógenos secundarios como hongos o bacterias, provocando un menor crecimiento de las raíces y por tanto de las plantas.

Para el control de nematodos, es importante que las y los productores eviten comprar plantas de café provenientes de viveros con suelos contaminados por nematodos e incluso que establezcan viveros propios para la renovación de sus cafetales. Otra estrategia es injer-

tar raíces de robusta que ayudan a los cafetales a aguantar mejor los ataques de nematodos y el estrés hídrico por sequía. Los y las productoras deberán hacer hincapié en no utilizar *Furadan* por todas las implicaciones toxicológicas que derivan de dicho producto; se recomienda aplicar nematicidas de menor toxicidad residual en el producto. En el caso del suelo, es necesario conocer el grado de acidez o alcalinidad (pH) para corregir este parámetro químico mediante la aplicación de cal dolomita o cal agrícola, puesto que estos permiten la absorción de nutrientes no disponibles para las plantas, uno de los principales factores que limitan su desarrollo. Esta misma práctica (corrección de acidez) regula también la actividad de microorganismos patógenos en el suelo, por lo que puede servir como una medida de control preventivo para disminuir la presencia de hongos del complejo de *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*, identificados como los principales causantes del «ahogamiento» de raíces.

Con esta misma práctica, deberán de disminuirse los niveles de aplicación de fertilizantes químicos en las huertas cafetaleras, ya que se estará induciendo que las plantas absorban los nutrientes que estaban de forma insoluble en dichos suelos. Es recomendable aplicar reguladores de acidez al menos tres o cuatro veces durante el año, sobre todo en suelos de génesis volcánica, como lo son los suelos de la franja cafetalera del centro de Veracruz.

Para el caso de las huertas que se encuentren en pendientes, lo ideal será construir terrazas individuales para facilitar la aplicación de fertilizantes o bioinsumos en la plantación.

Podas y productividad

Para asegurar una buena producción de café, es necesario que el cafeto tenga ramas y crecimiento de tallos nuevos y productivos. También deberá de ejecutarse dentro de este tipo de huerta un programa de podas y eliminación (deshije) de los retoños conocidos como chupones, que por lo general son estructuras vegetales no productivas pero de apariencia estética muy atractiva, lo que puede llevar a ciertos productores a eliminar las estructuras que pueden ser productivas.

Las podas deberán realizarse cada año durante los meses de abril y mayo, una vez finalizada la temporada de cosecha. El tipo de poda dependerá del manejo que le dé cada productor a su huerta, pudiendo ser selectiva, por surcos o intercalada. Se recomienda realizar esta actividad en los meses con menores índices de precipitaciones para evitar la proliferación de hongos en los cortes de las plantas; también se recomienda evitar la colocación de selladores o cicatrizantes que impliquen un costo extra en la huerta. Es importante mencionar que los beneficios de las podas para mantener la productividad de matas de café disminuyen con el tiempo y que será conveniente que el o la productora considera la renovación de cafetales con más de 20-25 años.

Fertilización y conservación del suelo

En las fincas cafetaleras deberán de aplicarse una serie de fertilizantes según el grado de desarrollo de la planta. Por ello, el aporte de nutrientes deberá estar en función de los requerimientos nutritivos de la edad de la planta, aunado al tipo de suelos en los que se encuentran establecidas dichas plantaciones.

Se recomienda la utilización de bioinsumos tales como bocashi y lombricomposta, ya que además del aporte de macro y micro nutrientes contribuye a mejorar la textura y riqueza del suelo.

Buenas prácticas en la finca para disminuir la emisión de GEI

- Uso racional de fertilizantes basados en hidrocarburos, ya que, si no se absorben rápidamente en los cafetales, sus derivados gaseosos se emiten a la atmósfera (con un mayor potencial de efecto invernadero). El uso de fertilizantes foliares, cantidades menores en momentos estratégicos y abonos naturales puede ayudar evitar emisiones.
- Reducción en el uso de camiones de transporte y en la distancia a beneficiado, así como la conversión de

productores de cerezeros a pergamineros con el beneficiado del café realizado por las y los productores o sus vecinos. Esta estrategia tiene la ventaja adicional de generar más valor agregado con la oportunidad de conseguir mayores precios por el café.

- Secado de café directo al sol, una práctica mucho más sustentable y barata que el uso de secadores de gas natural. Esta estrategia también es más práctica para las y los productores que procesen su propio café.
- Integración de especies nativas como sombra ya adaptada a condiciones locales y con mayor capacidad de brindar beneficios para la vida silvestre.
- Manejo integral de plagas que reconoce la complejidad de los agroecosistemas y busca aprovechar mecanismos de control biológico cuando sea posible.
- Manejo para mantener materia orgánica en el suelo, evitar el suelo desnudo y mantener herbáceas u hojarasca, así como evitar la siembra de surcos perpendiculares a las curvas de nivel del predio.

Ciclos de producción de café

A continuación, se presenta de forma general las diferentes actividades de manejo que se realizan a lo largo del ciclo productivo en las huertas cafetaleras del centro del estado de Veracruz.

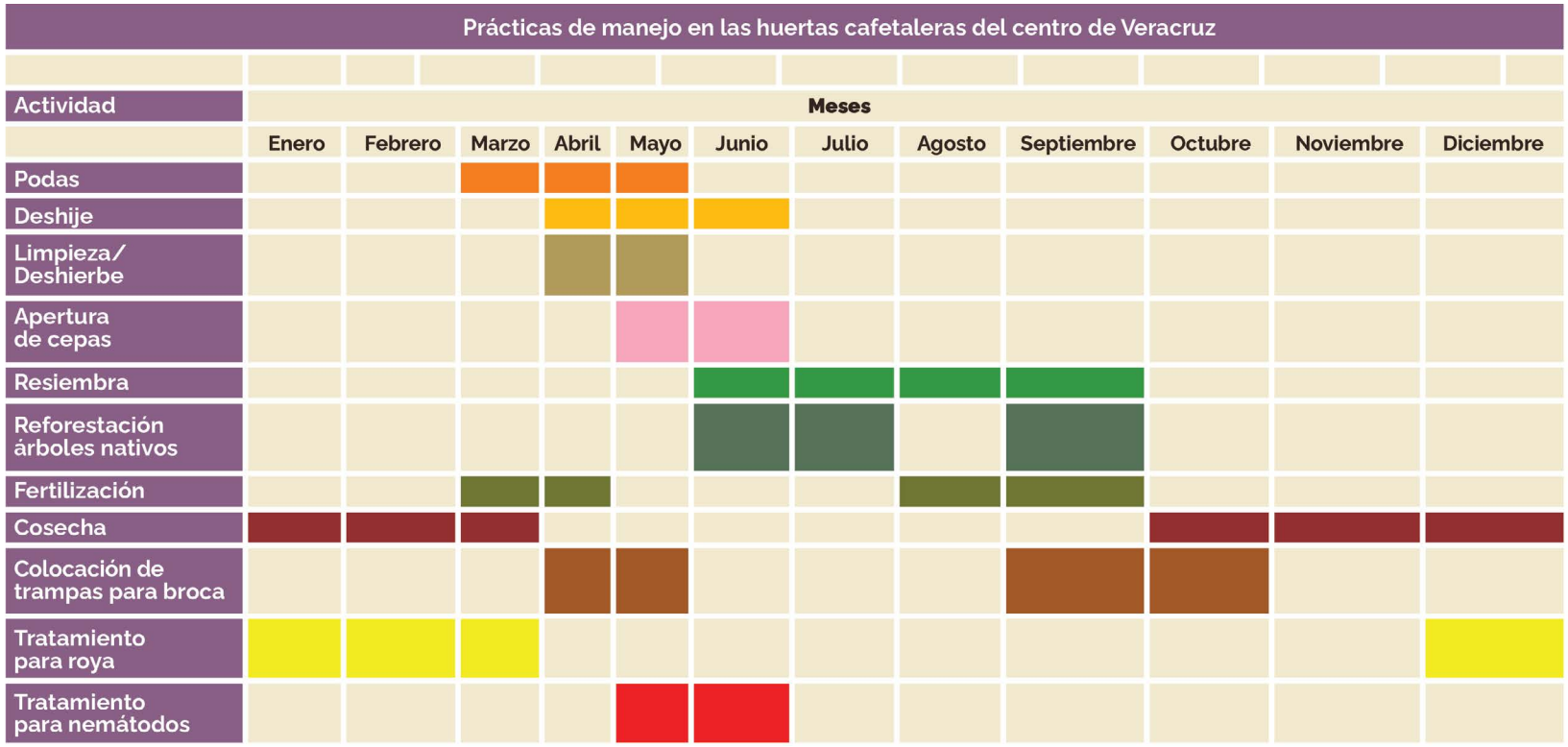


Figura 11. Prácticas de manejo en las huertas cafetaleras del centro del estado de Veracruz.

La cosecha comienza en octubre (en las franjas altitudinales entre 750 y 900 m s. n. m) y termina en marzo (en las franjas altitudinales superiores a los 1200 m s. n. m). Posterior a esta temporada, continúan las labores de poda, que por lo general se hacen por medios manuales. Esta actividad se realiza con el fin de eliminar las ramas que sufrieron algún daño físico al momento de la cosecha y para identificar las plantas que, por su edad, baja productividad o presencia de alguna plaga, deberán renovarse dentro del cafetal.

Las labores de limpieza o deshierbe de las malezas, que por lo general se hacen de forma manual (azadón o chapeo), deberán de realizarse antes de la aplicación de fertilizantes para evitar la competencia por nutrientes.

Es importante comentar que las plantas de café quedan fuertemente estresadas después del proceso de poda, por lo que es recomendable aplicar fertilizante con nutrientes que les ayude a recuperar biomasa y, a su vez, induzca su proceso de floración.

Una vez marcadas las plantas para su renovación, se procederá a la apertura de cepas. El tipo de producción de las plantas de café (tubos o bolsa tradicional) determinará el tamaño de la apertura de cepa, pudiendo llegar a tener unas dimensiones de 60 cm de ancho por 30 a 40 cm de profundidad. Estas cepas deberán mantenerse abiertas 30 a 40 días previas a su llenado y posterior resiembra. El llenado deberá utilizar el mismo sustrato producto de la excavación, tal vez enriquecido con algún tipo de sustrato orgánico, como pueden ser diversos tipos de compostas como lombricomposta, composta o cachaza de caña (es decir, un subproducto similar a un lodo activado del clarificador de una fábrica de producción de azúcar cruda utilizado como biofertilizante o bioestimulante para el suelo).

Figura 12. Finca Los Barreales, Teocelo, Veracruz. Créditos: RBG Kew.

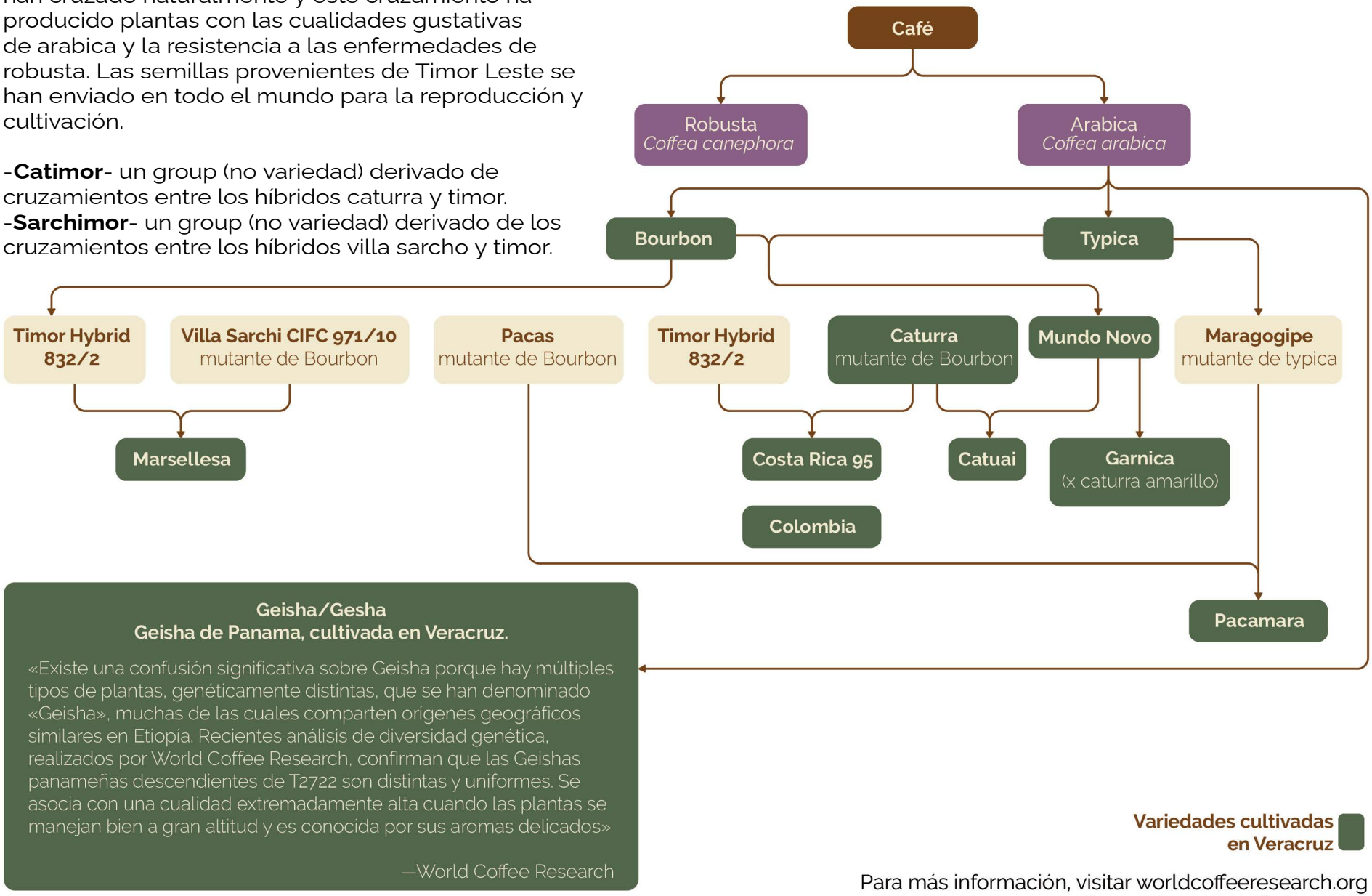
El mejor momento para iniciar cambios importantes en el manejo de un cafetal para asegurar que cumpla con requisitos específicos de certificación es cuando se reemplazan los cafetos. También en ese momento se debe asegurar cierta proporción de árboles de sombra de conformidad con las directrices de producción agroforestal. Se pueden usar especies de rápido crecimiento, incluso plátanos al inicio, para generar una nueva sombra para los cafetos en lo que se establezcan bien las especies de árboles de crecimiento lento.

Café: especies, variedades e híbridos de Veracruz

La selección de variedades de café es una de las decisiones más importantes en el establecimiento de una finca porque cada variedad responde de manera diferente al rango de temperaturas y lluvias presentes en el centro del estado de Veracruz, a las diferentes densidades de sombra de árboles y al tipo de fertilización utilizada. Por otro lado, difieren marcadamente en su capacidad de producir una buena cantidad y calidad del café. Por eso conviene mucho a las y los productores investigar fuentes de información disponibles y consultar a sus vecinos para averiguar qué variedades tienen el desempeño deseado. El 95 % de la producción de café en el estado de Veracruz es *C. arabica*; se cultiva Robusta en zonas bajas, principalmente. Las variedades más cultivadas en el estado de Veracruz son la Typica (22 %), la Bourbon, Caturra y Garnica (19 %) y la Mundo Novo (21 %), las cuales abarcan el 62 % de la superficie cultivada.

Timor Híbridos
En Timor Leste las especies robusta y arabica se han cruzado naturalmente y este cruzamiento ha producido plantas con las cualidades gustativas de arabica y la resistencia a las enfermedades de robusta. Las semillas provenientes de Timor Leste se han enviado en todo el mundo para la reproducción y cultivación.

-**Catimor**- un group (no variedad) derivado de cruzamientos entre los híbridos caturra y timor.
-**Sarchimor**- un group (no variedad) derivado de los cruzamientos entre los híbridos villa sarcho y timor.



Para más información, visitar worldcoffeeresearch.org disponible en español e inglés

Figura 13. Especies y variedades de café cultivadas en Veracruz.

Capítulo III
Captura de carbono en el proyecto

César Mateo Flores Ortiz, Flor Gabriela Vázquez Corzas y Daniel Cabrera Santos

¿Cómo seleccionar especies que favorezcan la captura de carbono en un agroecosistema cafetalero?

Figura 14. Criterios sociales, ecológicos y económicos considerados en los talleres participativos comunitarios.

Durante el proyecto se desarrolló una metodología de priorización enfocada en la selección de especies por sus distintos atributos, con énfasis en su capacidad para la captura de carbono.

El método comprendió las siguientes etapas:

- **Primera etapa: priorización**

A partir del listado de árboles nativos de México más completo a la fecha y con base en algoritmos, se realizó una selección de 50 especies de árboles con los siguientes atributos:

1. Distribución nacional y endemismo
2. Biodiversidad estatal y regional
3. Cantidad de usos
4. Distribución en bosque mesófilo de montaña (BMM)
5. Disponibilidad de semillas
6. Uso en café de sombra rústico y café de sombra policultivo
7. Uso como sombra
8. Velocidad de crecimiento y capacidad de fijación de nitrógeno

- **Segunda etapa: talleres participativos**

  El listado de 50 especies fue validado por las comunidades cafetaleras del centro de Veracruz (Teocelo e Ixhuatlán del Café) por medio de talleres participativos comunitarios. Se tomaron en cuenta los siguientes criterios sociales, ecológicos y económicos. Las primeras 25 especies priorizadas, con base en los resultados de los dos talleres participativos, pueden consultarse en la Tabla 1.

- **Tercera etapa: estudios de captura de carbono**

  Las primeras siete especies seleccionadas por las comunidades fueron evaluadas mediante el uso de datos fisiológicos y morfométricos para confirmar su eficiencia en la captura de carbono y los beneficios que aportan al cultivo de café.

Especies de árboles	Nombre común	Teocelo (grupo mixto)	Ixhuatlán (grupo femenino)	Ixhuatlán (grupo masculino)	Promedio	Clasificación
Inga inicuil Schltdl. & Cham. ex G.Don	Jinicuil	6	4	4	5	1
Inga vera Willd.	Chalahuite/Vainillo	5	4	4	4	2
Inga punctata Willd.	Pampano	5	4	4	4	3
Erythrina americana Mill.	Equimite/Gasparito	6	3	3	4	4
Psidium guajava L.	Guayaba	3	5	4	4	5
Persea schiedeana Nees	Chinini	4	4	4	4	6
Heliocarpus appendiculatus Turcz.	Jonote	3	4	5	4	7
Beilschmiedia mexicana (Mez) Kosterm.	Aguacate oloroso	4	4	3	4	8
Bursera simaruba (L.) Sarg.	Mulato	5	4	0	3	9
Trema micranthum (L.) Blume	Ixpepe	1	3	5	3	10
Byrsonima crassifolia (L.) Kunth	Nanche	3	4	1	3	11
Cecropia obtusifolia Bertol.	Guarumbo	7	3	2	2	12
Heliocarpus donnellsmithii Rose	Jonote blanco	2	4	1	2	13
Juglans pyriformis Liebm.	Nogal	2	4	1	2	14
Perseo longipes (Schltd.) Meisn.	Aguacate	0	1	5	2	15

Tabla 1. Primeras especies de árboles nativos (15) priorizadas en los talleres participativos con las comunidades de los municipios de Teocelo y Ixhuatlán del Café.

Capítulo IV
Conservación, manejo de semillas y propagación de plantas

Isela Rodríguez Arévalo, Michael Way, Angela Viviana Rojas Rojas, Jazmin Cobos Silva, Silvia Bacci y Lucero García Miranda

categoría de riesgo (BS responsable), o bien, con alguna utilidad para las comunidades (RESEM responsable).

La conservación se realiza en dos fases:

- Colecta de semillas y ejemplares de herbario (trabajo en campo)
- Procesamiento y conservación de muestras (trabajo de gabinete)

Figura 16. Colecta de semillas. Créditos: RBG Kew.

Figura 15. Elaboración de herbario en el campo. Créditos: RBG Kew.

Figura 17. Prueba de corte para verificar la calidad de las semillas. Créditos: RBG Kew.

Colecta de semillas y ejemplares de herbario

El proceso de colecta de semillas se realiza tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Previo a la visita a los sitios de colecta, se debe hacer una planeación basada en la fenología y la distribución de las especies que se pretenda recolectar. Para ello se consultan bases de datos como las siguientes: Red Mundial de Información sobre la Biodiversidad (REMIB), EncicloVida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), publicaciones taxonómicas y, principalmente, herbarios en línea.
- En el campo es indispensable asegurar que se cuente con poblaciones de semillas maduras y al menos 30 individuos. Es preciso realizar pruebas de corte a una muestra de al menos 20 semillas para descartar infestación e inmadurez. No debe recolectarse más del 25-30 % de los frutos o semillas de cada individuo.
- Los frutos o las semillas recolectados deben guardarse en bolsas de papel o algodón y mantenerse en un lugar sombreado.
-

De cada especie, se deben recolectar tres duplicados de ejemplares de herbario; esto es necesario para la verificación taxonómica y la donación a otros herbarios del país y del extranjero.

Procesamiento y conservación de semillas

Esta segunda fase persigue los siguientes objetivos:

- Almacenamiento de semillas a corto y mediano plazo para la diversificación de viveros comunitarios y locales, el enriquecimiento de espacios claves, como escuelas, y la donación del material para difusión e investigación, entre otros.
- Conservación de semillas a largo plazo para hacer frente a la desaparición de especies vegetales como consecuencia del deterioro del hábitat y con fines de investigación.
- Procesamiento de frutos/semillas. Todo el material de frutos y semillas colectado se registra bajo un código de colecta con los datos registrados en campo. Las especies recalcitrantes son priorizadas y enviadas a viveros para su propagación. Las especies ortodoxas son mantenidas a 15 °C y posteriormente son beneficiadas y procesadas.
- Beneficiado de frutos/semillas. El material vegetal colectado se limpia para evitar su deterioro por humedad y el crecimiento de hongos. En el proceso, frutos carnosos, como la guayaba (*Psidium guajava* L.) o el aguacate (*Persea americana* Mill.), entre otros, se dejan madurar o se lavan empleando coladores y cernidores para liberar las semillas. En el caso de frutos secos, como el colorín (*Erythrina americana* Mill.) o el jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.), las semillas se extraen abriendo los frutos con herramientas que faciliten el corte o, dependiendo del tipo de fruto, se dejan algunos días para que las semillas se desprendan por sí solas.
- Pruebas de germinación. Una vez beneficiadas, se registra el peso del volumen procesado y se pesan 100 semillas para estimar el número total de semillas colectadas. Para conocer el porcentaje de viabilidad, se colocan 100 semillas en agua por 24 horas; pasado este tiempo, se cuentan las semillas que han caído al fondo. Otra prueba consiste en sembrar 100 semillas en sustratos de arena, peat moss o tepezil y calcular el porcentaje de viabilidad según el número de semillas germinadas.
- Almacenamiento. Las semillas secas son empacadas al vacío y etiquetadas con código de colecta, especie, nombre común y localidad. Finalmente, los paquetes de semillas son almacenados en el refrigerador, congelador o cuarto frío, dependiendo

Conservación a corto y mediano plazo

Figura 18. Beneficiado de frutos de nogal (*J. pyriformis*) en el vivero BMM de Pronatura Veracruz A. C. Créditos: RBG Kew.

Conservación de semillas a largo plazo

de las características de cada especie. Las semillas se procesan para asegurar que el material cumpla con las normas internacionales establecidas para su almacenamiento a largo plazo. El proceso de conservación en el BS inicia con la llegada de las muestras al laboratorio e incluye los siguientes pasos:

- Deshidratación inicial. Las semillas se colocan a una temperatura ambiental de 25-28 °C con una humedad relativa de 25-28 % durante una semana.
- Limpieza. Se retiran los residuos, como hojas y otras estructuras vegetales presentes en la muestra, para obtener colecciones limpias. Para abrir los frutos y extraer las semillas, se utilizan tamices, sopladoras (las cuales permiten separar las semillas maduras y sanas de las vacías), charolas, navajas, bisturíes, pinzas, agujas, espátulas y guantes. Se deben limpiar primero los frutos carnosos y semicarnosos.
- Deshidratación principal. Las semillas se mantienen a una temperatura de 15 °C y humedad relativa de 14-15 % durante 4-6 semanas, con el propósito de reducir el contenido de humedad.
- Conteo de semillas. Se pesan 5 submuestras de 50 semillas para calcular el número total.
- Pruebas de germinación. Se colocan 3 lotes de 20 semillas en cajas Petri con papel filtro húmedo a 30 °C durante 20-30 días en oscuridad y luz blanca (12 h/12 h).
- Pruebas de viabilidad. Cuando las semillas no germinan, se usa la prueba de tetrazolio, que consiste en evaluar bajo en microscopio estereoscópico las semillas, para posteriormente sumergirlas en tetrazolio al 1 % y determinar la presencia de tejido vivo o muerto.
- Empacado de las muestras. Las semillas se empacan en sobres de aluminio o frascos de vidrio templado con sellado hermético y se almacenan a -20 °C.
- Sistematización de información. La información recopilada durante todo el proceso se captura y almacena en bases de datos.
- En las condiciones anteriormente descritas, las semillas pueden ser conservadas hasta por centenares de años.

Figura 19. Pruebas de germinación para la evaluación de la calidad de las accesiones de las especies de árboles nativos en el Banco de Semillas FESI-UNAM.

¿Cómo obtener semillas de la RESEM, Pronatura Veracruz A. C.?

La reserva tiene como objetivo recolectar, procesar, almacenar y distribuir semillas a diferentes beneficiarios interesados en la propagación de especies nativas de la región. Las semillas pueden ser donadas a particulares, entidades académicas, gubernamentales o asociaciones civiles. La solicitud se realiza a través del correo: reservasemillas@pronaturaveracruz.org. En respuesta a esta solicitud, la reserva consulta la disponibilidad y envía un formato para conocer las razones para adquirir las semillas. Solicita información sobre el sitio donde serán propagadas, así como del volumen o número de semillas requerido. Una vez confirmada la disponibilidad de semillas, el material es entregado en la oficina de Pronatura Veracruz A. C. Las semillas se entregan etiquetadas con los datos de la especie, su nombre común, el lugar de recolecta e indicaciones para su germinación. También se entregan con un código de recolecta, el cual se aconseja conservar para poder monitorear la propagación obtenida.
El proceso de la propagación en el

Propagación de plantas

proyecto está integrado por diferentes pasos:
Consiste en retirar la semilla de la pulpa

Beneficiado

y otras estructuras. Los residuos de pulpa p atraer insectos que podrían dañar la semilla. Se debe retirar el exceso de humedad antes de la sembrar.

Siembra de semillas

Se recomienda:

- Usar un sustrato con buen drenaje para evitar el exceso de humedad que pueda promover la aparición de hongos (se recomienda 40 % de tepezil y 60 % de peat moss).
- Hacer pruebas pregerminativas. Por ejemplo, la prueba de flotación consiste en sumergir la semilla en agua; si la semilla flota, significa que no es una semilla viable.
- Colocar las semillas en germinadores. Se recomienda el uso de contenedores con múltiples perforaciones, cuya profundidad dependerá del tamaño de la semilla. Para sembrar semillas pequeñas, se recomienda la técnica de voleo (esparcir las semillas a lo largo de los germinadores).
- Rotular el germinador con la información de la semilla para tener la trazabilidad del material. Se recomienda registrar los siguientes datos: nombre de la especie, fecha de siembra y clave de colecta (en caso de tenerla). La cinta de pintor es altamente efectiva, ya que resiste condiciones de humedad.
- Colocar los germinadores en zonas donde se pueda controlar la humedad, la temperatura y las horas sol. La instalación de casas semilleras incrementa el porcentaje de germinación.

Figura 20. Propagación de plantas en el vivero BMM de Pronatura Veracruz A. C. Créditos: RBG Kew.

Figura 21. Prueba de flotación en Pronatura Veracruz A. C. para separar las semillas viables (que se depositan en el fondo) de las semillas no viables (que flotan). Créditos: RBG Kew.

Manejo de las plantas

Una vez que las semillas han germinado, se debe esperar la aparición de hojas verdaderas para trasplantarlas a bolsas forestales. Posteriormente, se sugiere mantener las plantas hasta que alcancen la talla adecuada para su traslado a los sitios de siembra. El crecimiento es la etapa donde se pueden presentar plagas, enfermedades y depredadores. Se recomienda etiquetar las plantas, indicando la especie e información de la colecta de semilla.

Durante el mantenimiento, se realizan básicamente las siguientes actividades:

- Riego. Se recomienda regar cuando se observe que el sustrato está seco. Evitar el riego excesivo.
- Deshierbe. Se debe retirar la maleza que crece en las bolsas, ya que estas hierbas pueden robar nutrientes de la planta.
- Aplicación de fertilizantes. Es importante suministrar fertilizantes adecuados a la edad y las necesidades nutricionales de la planta y por especie. Cuando las plantas están próximas a salir del vivero, se requieren fertilizantes de liberación prolongada para asegurar su establecimiento exitoso en los sitios de siembra. Se recomienda la elaboración de fertilizantes orgánicos usando estiércol de ganado, ceniza, harina de hueso o residuos de alimentos, entre otros.

Entrega de plantas a las y los beneficiarios

La entrega de las plantas se debe realizar durante la temporada de lluvias, ya que se registran condiciones de humedad ideales para el desarrollo de los árboles.

Recomendaciones:

- Establecer una charla con el o la interesada para asegurar la idoneidad de las especies solicitadas. Se debe considerar el espacio disponible para la siembra y la compatibilidad con el ecosistema destino de los árboles.
- Cuando se hacen donaciones grandes, informar al o a la interesada sobre las condiciones para el correcto transporte de las plantas.
- Recopilar la información de las y los beneficiarios y los sitios de siembra. De esta manera, se puede dar seguimiento a los árboles.

Figura 22. Entrega de plantas a los y las beneficiarias en el vivero BMM de Pronatura Veracruz A. C., Xalapa, Veracruz. Créditos: RBG Kew

Árboles nativos aliados del cafetal: 15 especies priorizadas

A continuación, se incluye información sobre la descripción de la planta, incluida la fenología y el hábitat, el procesamiento de semillas y la propagación de plantas.

Beilschmiedia mexicana (Mez) Kosterm

Nombres comunes: Aretillo, Aguacate oloroso, Aguacate perulero.

Familia: Lauraceae.

Clasificación: 8

Descripción: Arbusto o árbol perennifolio de 8-10 m de altura. Ramillas cilíndricas, verdes a rojizas con la edad, glabras o con pubescencia adpresa esparcida; yemas terminales glabras o con pubescencia adpresa, corteza rojiza, delgada, lisa. Las ramas tienen un diámetro de aproximadamente 1 cm; también se tienen registros de un diámetro a la altura del pecho (DAP) de hasta 30 cm. Flores de 1.5 mm de largo, urceoladas, amarillo verdosas; tépalos ovados de 1.2-1.8 mm de largo por 1.1-1.5 mm de ancho, los externos ligera pero notoriamente más cortos que los internos, glabros o esparcidamente cubierto de tricomas simples y cortos. El mejor carácter para la identificación de B. mexicana son los nueve estambres. Fruto elipsoidal de alrededor de 3 cm de largo por 1.5 cm de ancho. Los frutos son de color verde, tipo drupa, parecidos a los frutos inmaduros de *P. americana.* Semilla elipsoide, parda. Probablemente de comportamiento recalcitrante. No se tiene información sobre el manejo y almacenamiento de las semillas.

Hábitat: Esta especie se ha recolectado en bosque mesófilo de montaña, así como en bosques de encino y de pino adyacentes en el extremo noreste de Querétaro. Prospera preferentemente en un rango de altura de 600-1500 m s. n. m.

Distribución: En México se distribuye Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz de Ignacio de la Llave.
Estado de cultivo: Silvestre, cultivada.
Fenología: En Veracruz florece de marzo a mayo y fructifica de mayo a marzo.

Cuidados y plagas: *Stenoma catenifer* Walsingham, la «polilla del aguacate», es uno de los insectos plagas.

Bursera simaruba (L.) Sarg

Nombres comunes: Chaca, Cohuite, Indio desnudo, Mulato, Palo colorado, Palo mulato.

Figura 23. *B. simaruba* (árbol). Créditos: RBG Kew.

Familia: Burseraceae.

Clasificación: 9

Descripción: Árbol resinoso, caducifolio de 5 a 20 m (hasta 35 m) de altura con copa abierta e irregular y con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 40-80 cm (hasta 1 m). Flores: Inflorescencias de 6 a 13 (hasta 20 a 28) cm de largo incluyendo el pedúnculo. Flores masculinas individuales con 4 a 5 pétalos rosados, verde-amarillentos o blancos. Flores femeninas con solo tres pétalos. Frutos: Cápsula trivalvada con solo el exocarpio dehiscente, de 10 a 15 mm de largo, en infrutescencias de 4 a 9 cm y hasta 15 cm de largo, globosa u ovoide, de 7 a 10 (15) mm de diámetro, triangular, moreno rojizo, dehiscente. En el árbol se mantiene durante varios meses exhibiendo las semillas. 1 o 2 semillas por fruto. Semillas de 8 a 10 mm de largo por 7 a 8 mm de ancho y 5 a 6.5 mm de grueso, amarilla, angulosa, triangular al corte transversal, con arilo rojo cubriéndola totalmente. Las semillas permanecen viables por 10 meses en almacenamiento.

Figura 24. Corteza de *B. simaruba*. Créditos: RBG Kew.

Figura 25. *B. simaruba*, hojas y frutos. Créditos: RBG Kew.

Hábitat: Especie que prospera sobre suelos derivados de rocas sedimentarias marinas y sobre suelos calcáreos, rico en materia orgánica, litosol, vertisol y oxisol. Crece en parcelas de cultivos, orillas de caminos, laderas en cañadas, orilla de esteros y lagunas saladas. Su crecimiento se da en una amplitud muy grande de condiciones ecológicas. Requiere de un clima tropical o subtropical, una precipitación anual media entre 500 y 1400 (3000) mm y una temperatura de 18-27 ˚C.

Distribución: Desde la sierra de Tamaulipas y San Luis Potosí hasta

Yucatán y Quintana Roo en la vertiente del golfo de México y desde Sinaloa hasta la Depresión Central de Chiapas en el Pacífico. Altitud: 0 a 1200 (1800) m s. n. m.

Estado de cultivo: Silvestre, cultivada; tolerada y protegida.

Fenología: En Veracruz la floración ocurre entre diciembre y abril. La fructificación es entre octubre y marzo, y comienza a partir de los 5 años de la planta.

Dispersión de semillas: Los principales dispersores de semillas son aves o murciélagos frugívoros y a veces pequeños roedores, monos y jabalíes. Se han identificado 39 especies de pájaros que consumen el fruto entero.

Usos: [ambiental] La planta se utiliza como cerca viva y para proporcionar sombra en cafetales, potreros y en huertos familiares totonacas en Veracruz; **[combustible]** la madera se usa como combustible; **[forrajero y melífero]** las hojas, los frutos y las semillas se usan para la alimentación animal, y las flores atraen muchas abejas silvestres y domésticas; **[material]** la resina se usa como sustituto de cola y como incienso, y la madera se usa en la fabricación de artesanías y en construcción; **[medicinal]** la corteza se usa contra fiebre y dolores musculares, mientras que los frutos y las flores se emplean como antidiarreicos y contra las mordeduras de serpientes.

Recolecta y manejo de semillas: Los árboles de buen tamaño pueden producir hasta 60 000 semillas en una cosecha, pero en promedio cada árbol produce 600 semillas. Las drupas (frutos) son colectadas cuando pasan de una coloración rojiza a púrpura y se abren a maduración completa; esto indica que las semillas están listas para la siembra. Las semillas se extraen golpeando los frutos y luego se ponen en germinadores. Antes de la siembra, se puede hacer una prueba de flotación colocando las semillas en agua para descartar las que flotan porque no son viables, aunque es preferible no mojarlas porque pueden pudrirse en exceso de humedad. Si se hace la prueba de flotación, las semillas se tienen que dejar escurrir antes de la siembra. Si las semillas se quieren conservar a largo plazo, primero se deben secar de forma gradual en un lugar bien aireado al menos durante 2-3 días a temperaturas alrededor de 25 °C. Las semillas mantienen una viabilidad alta durante 10 meses sin requerimientos particulares.

Germinación: Las semillas se deben remojar durante 12 horas antes de su siembre, que se hace directamente en germinadores o en camas de arena amarilla (en climas muy secos, la siembra es directa sin prueba de flotación), acomodando las semillas a una distancia cerca de 1 cm y cubriéndolas con 0.5-1 cm de sustrato. La germinación generalmente es baja, y las plántulas emergen en aproximadamente un mes. Por esta razón, esta especie muchas veces se propaga simplemente con acodos aéreos, aunque esta técnica es preferible solo cuando las plantas van a ser usadas a modo de cercas vivas porque entonces no es tan importante mantener una mayor diversidad genética, como la que garantiza la propagación sexual con semillas. La germinación inicia cerca de los 13 días y se completa a los 55 días. El 40 % de la germinación ocurre dentro de los 20 primeros días después de la siembra.

Tolerancia a la desecación (semillas): Las semillas son ortodoxas.

Propagación vegetativa: 1. Brotes o retoños. 2. Estacas (alta capacidad de enraizamiento). Las estacas se colectan del árbol en la temporada seca cuando no hay hojas (de enero hasta mayo). El material vegetal se debe manejar con prontitud y mantener lejos de la luz solar. Las estacas deberán medir 1-3 cm de ancho por 10-15 cm de largo.

Crecimiento y trasplante: Las plántulas se trasplantan con la ayuda de una estaca de madera (trasplante con estacas) en un hoyo en el sustrato para colocar allí las raíces sin dañarlas. Es preferible realizar el trasplante muy temprano en la mañana o cerca de la puesta del sol, bajo condiciones de sombra. Siendo una especie de calor, crece mejor en climas más cálidos. Las plántulas crecen cerca de 5-10 cm al mes, por lo que pueden llegar a medir 10-20 cm al cabo de dos meses. Las plántulas alcanzan 25-30 cm de altura en 4-5 meses. Los árboles están listos para la donación a los 7-8 meses cuando llegan medir 40-50 cm, que es el tamaño para empezar a sembrar los árboles jóvenes en el cafetal. Especie

longeva y de rápido establecimiento y crecimiento. Tolera bien el corte o la poda. Se regenera rápidamente después del corte.

Cuidados y plagas: La exposición al sol pleno o casi pleno parece ser un requisito para el crecimiento óptimo. La planta es bastante resistente a sequía, heladas ocasionales (árboles adultos), fuego y viento. Tiene tolerancia a suelos pobres, salinos y compactados. Se recomienda regar a saturación cada 2-3 días cuando no llueve, aunque esta especie puede ser sensible al exceso de humedad tanto en la germinadora como una vez trasplantada. Es conveniente realizar deshierbes frecuentes y aplicar abono orgánico. En general, esta especie no presenta demasiados problemas de plagas gracias a que la resina en la corteza es un repelente natural contra los insectos. En temporada de lluvias, *B. simaruba* es propensa a presentar el hongo de la cercoespora *Mychosphaerella* sp. (un tipo de cercoespora diferente a la del café, *Mycosphaerella coffeicola*, pero que podría también afectar las plantas de café), llamado comúnmente «tizón negro» debido a las necrosis circulares que se forman en las hojas. Insectos plaga: [isópteros] *Coptotermes crassus* Snyder y *Heterotermes aureus* Snyder; [coleópteros] *Lagocheirus araneiformis* L.; *Xyleborus volvulus* F., *Xyleborus ferrugineus* F. y *Xylosandrus morigerus* Blandford.

Información adicional: Se ha visto que el almacenamiento promedio de carbono en las áreas forestales con *B. simaruba* es de 144.45 Mg C por hectárea en comparación con 75.95 Mg C por hectárea en áreas de pastos. También se ha observado una contribución de 5.42 toneladas de biomasa por hectárea y un almacenamiento de 2.71 toneladas de carbono por hectárea.

Figura 26. Frutos y semillas de *B. simaruba*. Créditos: RBG Kew.

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth

Nombres comunes: Arrayán, Nananche, Nance, Níspero

Figura 27. *B. crassifolia*. Créditos: Reinaldo Aguilar CC BY-NC-SA 2.0 DEED

Familia: Malpighiaceae.

Clasificación: 11

Descripción: Árbol pequeño y torcido o arbusto perennifolio (caducifolio en bosques secos) de 3-7 m (hasta 15 m) de altura, copa irregular con ramas ascendentes, frecuentemente ramificado desde el suelo y con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de hasta 30 cm. Flores en racimos o panículas estrechas terminales de 5-15 cm de largo, pubescentes; flores actinomorfas de color amarillo-rojizo y de 1.5 cm de diámetro; cáliz verde, con 6-10 glándulas sésiles; pétalos 5, redondeados. Frutos: Infrutescencias péndulas de 10-15 cm de largo; drupas globosas de 1.7-2 cm de diámetro, amarillentas a ligeramente anaranjadas, con abundante carne agridulce rodeando a un hueso grande y duro. Una semilla por fruto. Semillas ovoides con la cubierta de color castaño, lisa y membranosa; carecen de endospermo y llevan un embrión de color blanco, espiralado, provisto de 2 cotiledones desiguales.

Hábitat: Se le encuentra en suelos bastante degradados; puede soportar suelos con drenaje excesivamente rápido o drenaje deficiente que se inundan en la época húmeda y se secan en el periodo de sequía. Se le observa en áreas de cultivo abandonado. Suelos: Moreno rocoso, arcilloso, amarillo-arcilloso, lava volcánica, café-pedregoso y calizo profundo-rojizo.

Distribución: Presenta amplia distribución en toda la zona tropical de México a una altitud de 50-1000 m s. n. m., desde el sur de Tamaulipas y el este de San Luis Potosí hasta Yucatán y Quintana Roo en la vertiente del golfo de México y de Sinaloa hasta Chiapas en el Pacífico. En Veracruz se distribuye en Actopan, Alto Lucero, Catemaco, Comapa, Emiliano Zapata, José Azueta, Huatusco, Hueyapan de Ocampo, Jalcomulco, Misantla, Minatitlán, Puente Nacional, Paso de Ovejas, San Andrés Tuxtla, Soteapan, Tenampa, Tezonapa, Totutla, Vega de Alatorre, Xalapa y Zentla.

Estado de cultivo: Nativa, silvestre. Semicultivada o protegida en muchas partes de su área de distribución.

Fenología: En Veracruz la floración ocurre de abril a julio y la fructificación entre julio y octubre, con su pico en agosto y septiembre.

Dispersión de semillas: Las aves son las principales dispersoras de semillas.

Usos: [alimentario] Los frutos son comestibles y se utilizan en muchos productos (licores, dulces, jaleas, bebidas, etc.) o se consumen crudos; **[ambiental]** se utiliza para atraer la avifauna, enriquecer el suelo de sustancias orgánicas, hacer sombra en potreros y cafetales y como cerca viva; **[combustible]** la madera se usa como combustible; **[forrajero y melífero]** las hojas se usan como forraje y las flores atraen las abejas; **[material]** la cáscara del fruto produce un tinte de color castaño claro que se usa para pigmentar tejidos de algodón, la madera se usa en construcción y la corteza rica en taninos se emplea en curtiduría; **[medicinal]** la corteza es la parte más empleada y se usa como antidiarreico, antiinflamatorio y para curar heridas o mordeduras de serpientes.

Manejo de semillas: Los frutos se recolectan manualmente directamente del suelo o aún sobre el árbol golpeando las ramas para hacer caer los frutos maduros. Los frutos son maduros cuando tienen un color amarillo-dorado

y la pulpa se ablanda facilitando la limpieza de las semillas. Las semillas se extraen de la pulpa solo cuando los frutos están maduros para asegurar una mayor germinación. Antes de la siembra, las semillas se dejan en agua «solar», o sea, en un contenedor con agua expuesta a la luz solar directa durante horas (duración variable, hasta 12 horas).

Germinación: La germinación sin tratamientos previos a la siembra puede ser muy baja porque las semillas tienen latencia física, es decir, las semillas tienen un tegumento muy duro que no permite la imbibición. En algunos experimentos se ha visto que la escarificación (ruptura del tegumento) de las semillas aumenta la germinación. La escarificación química con ácido sulfúrico parece ser el método más eficaz, aunque se puede aplicar también una escarificación mecánica. *B. crassifolia* puede tener también una latencia fisiológica que puede ser contrarrestada si primero se deja que las semillas pierdan un poco de humedad (proceso de «*after-ripening*» o «*postmaduración*») y después se vuelven a remojar en agua o ácido giberélico. Las semillas se siembran en bolsas o en germinadores a cerca de 2 cm de profundidad. La germinación en México ocurre generalmente alrededor de los 22 días postsiembra, o de cualquier manera entre 2 y 10 semanas, y las semillas germinan mejor cuando el medio de siembra está expuesto al sol.

Tolerancia a la desecación (semillas): Recalcitrante, aunque las poblaciones de clima semicálido toleran más la desecación que las de climas cálidos y húmedos.

Propagación vegetativa: Propagación con estacas, acodos aéreos e injertos. Estacas leñosas de 20 cm se plantan en otoño a ~10 cm de profundidad.

Crecimiento y trasplante: Árbol heliófilo de crecimiento medio-lento. La especie puede presentar problemas durante el trasplante. Las plántulas se pueden trasplantar cuando tienen unos 5 cm de altura, y en dos años las plántulas pueden llegar a medir 40-60 cm. Las plántulas se pueden plantar en campo a una distancia de 6 m entre ellas (Correa, 2002).

Cuidados y plagas: Las plantas no toleran las heladas ni las inundaciones, aunque toleren bien la poda. *B. crassifolia* requiere suelos ricos en materia orgánica. No tiene plagas particularmente problemáticas, aunque hay varias especies de insectos huéspedes de *B. crassifolia.* Algunas de sus plagas más comunes son: los gusanos de una polilla del género *Cryptophlebia* Walsingham; el «gorgojo de las frutas secas» (*Carpophilus* Stephens); el «salivazo del nanche» (*Clastoptera* sp.); el «periquito de los árboles» (*Membracis mexicana*); la «escama verde» (*Coccus viridis* Green); y el «piojo harinoso» (*Planococcus citri* Risso).

Información adicional: Se ha reportado un almacenamiento bruto de carbono anual de aproximadamente 5.5 kg por año para esta especie.

Cecropia obtusifolia Bertol

Nombres comunes: Guarumbo, Guarumo, Gusano, Manita de león, Trompeta.

Figura 28. *C. obtusifolia* (árbol). Créditos: RBG Kew.

Familia: Urticaceae.

Clasificación: 12

Descripción: Árbol perennifolio, mirmecófilo, de 20-25 m (hasta 35 m) de altura, con tronco recto y hueco, la copa muy abierta, irregular y estratificada, compuesta de ramas delgadas que brotan del tronco en forma horizontal y con un DAP de hasta 50 cm. Flores en espigas, axilares. Las espigas son pardo-grisáceas, las masculinas (de 12 a 15) con 8-10 cm de largo y las femeninas 4-6 con 13-20 cm de longitud. Los frutos son aquenios agregados en espigas verde-amarillentas de hasta 20 cm de longitud, aquenios muy pequeños, con una semilla cada uno, sabor parecido al higo en la madurez. Hay entre 3000 a 5000 aquenios por espiga. Sus poblaciones maduras producen ininterrumpidamente abundantes frutos que son buscados por numerosas especies de aves y mamíferos. Semillas muy pequeñas de 1-2.8 mm de largo y 0.8-1.3 mm de ancho, cilíndricas, pardos brillantes. Carecen de endospermo y contienen un embrión masivo, recto y blanco, que llena la cavidad.

Figura 29. Hojas de *C. obtusifolia*. Créditos: FESI-UNAM.

Figura 30. Inflorescencias de *C. obtusifolia*. Créditos: FESI-UNAM.

Figura 31. *C. obtusifolia*, bráctea floral. Créditos: RBG Kew.

Hábitat: Se desarrolla tanto en suelos con buen drenaje como en aquellos con impedimentos de drenaje, tanto de origen volcánico como sedimentario o metamórfico. Suelos: Somero con roca volcánica, café, rojizo y negro arcilloso, regosol, roca caliza y cárstica. Esta especie prospera cerca de arroyos en claros y bordes. Forma parte de la vegetación secundaria temprana derivada de distintos tipos de selvas, con excepción de la selva baja caducifolia y espinosa. Coloniza los campos de cultivo y potreros abandonados, cafetales viejos, orillas de caminos y terrenos desmontados.

Distribución: El guarumo es originario de las regiones tropicales húmedas y subhúmedas de América. Prospera desde el nivel del mar hasta cerca de los 1200 m s. n. m. Su distribución geográfica comprende desde México y Centroamérica hasta Colombia, Bolivia y Ecuador. En México tiene una amplia área

de distribución: en la vertiente del golfo se distribuye desde Tamaulipas y San Luis Potosí hasta Quintana Roo y Yucatán y en la vertiente del Pacífico desde el sur de Sinaloa hasta Chiapas. En Veracruz se encuentra en las inmediaciones de las poblaciones de Coatepec, Xico, Teocelo, Acayucan, Catemaco, San Andrés Tuxtla, Minatitlán, Coatzacoalcos, Isla, Tezonapa y Pajapan, entre otras.

Estado de cultivo: Silvestre.

Fenología: La floración y la fructificación ocurren casi durante todo el año. En Los Tuxtlas, Veracruz, florece de enero a julio. Hay dos picos de fructificación de abril a mayo y de septiembre a octubre. Dispersión de semillas: Los dispersores principales de semillas son aves y mamíferos (p. ej. mapaches, monos, murciélagos y venados).

Figura 32. Semillas de *C. obtusifolia*. Créditos: RBG Kew

Usos: [alimentario] Los frutos se comen y tienen un sabor parecido al del higo; **[ambiental]** en los sistemas agroforestales cafetaleros de Veracruz, se emplea para sombrear el café; **[combustible]** la madera se utiliza como combustible; **[forrajero]** sus hojas, tallo y frutos se emplean como forraje para el ganado; **[material]** las fibras del tronco y la madera son usadas para artesanías, instrumentos musicales y manufacturas (p. ej. las partes fibrosas del tronco se utilizan para hacer cabos de cerillos, cuerdas, redes de pescar), y la madera se emplea también en construcción (p. ej. en la fabricación de balsas, boyas, cajas, muebles, tableros, sustitutos de tuberías (tronco hueco), etc.); **[medicinal]** tiene más de 30 usos medicinales (p. ej. contra la fiebre y afecciones cardíacas, nerviosas, hepáticas y pulmonares); **[social]** en Guatemala se fuman unas fibras del fruto. Manejo de semillas: Las semillas se recolectan directamente de la infrutescencia madura.

Germinación: La germinación es epigea porque las semillas necesitan de luz directa para germinar, dado que es una especie pionera que coloniza los claros de los bosques. Las semillas no germinan si están cubiertas por hojarasca (latencia dependiente de la luz). Para que la germinación empiece, las semillas requieren largos períodos de luz directa con temperaturas constantes o fluctuantes entre 16 y 36 °C. La germinación es rápida y alta (90 %) bajo condiciones favorables. Si la germinación no está estimulada por la luz, las semillas se pueden mantener viables en el suelo, aunque su supervivencia ahí puede ser limitada a un promedio de 7 días por diferentes depredadores. Sin embargo, la longevidad en condiciones protegidas supera los 5 años.

Tolerancia a la desecación (semillas): Ortodoxa. Las semillas toleran la desecación. Almacenadas en agua destilada (imbibición en agua) y bajo absoluta oscuridad, pueden conservarse viables por 5 años. Almacenadas en bolsas de papel a temperatura ambiente (22 ± 3 °C) se conservan por 3 años.

Propagación vegetativa: Esquejes y acodos aéreos. En general, la producción de raíces adventicias es muy fácil para esta especie, aunque los acodos aéreos son reportados como más eficaces. **Crecimiento y trasplante:** Especie pionera de vida corta (no viven más de 30 años), adaptación fácil y crecimiento rápido. Puede crecer 3 m en altura y 2 cm en diámetro cada año. Las plántulas recién establecidas (0.5 a 15 cm de altura) crecen en promedio a una tasa de 1.5 cm mensuales.

Cuidados y plagas: Necesita de luz plena para crecer y es intolerante a la sombra. La especie es reportada como sensible a daños de insectos. Tolera suelos con poco drenaje y nutrientes.

Información adicional: *C. obtusifolia* tiene una relación mutualista con hormigas del género Azteca Forel, que protegen estas especies de insectos plagas a cambio de nutrientes contenidos en estructuras específicas llamadas cuerpos Müllerianos. Se ha observado una captura de carbono de esta especie de 64517 t C por hectárea.

Erythrina americana Mill.

Nombres comunes: Alcaparra, Colorín, Gasparito, Tzompantli, Equimite.

Figura 33. *E. americana* (árbol). Créditos: RBG Kew.

Familia: Fabaceae.

Clasificación: 4

Descripción: Árbol de hasta 10 m de alto. Corteza rugosa, corchosa, amarillenta, armada y con espinas. Hojas grandes con tres folíolos lisos y deltoides, el central mayor que los laterales. Flores: Rojas y tubulares, en racimos, con pedicelo pubescente.

Frutos: Vainas coriáceas, negruzcas, de 15-20 cm de largo, que se abren al madurar y permanecen con semillas rojas muy vistosas adheridas. Semillas miden 2-2.5 cm de largo; parecen frijoles, pero con un color rojo claro muy intenso y un «ojito» (hilo) castaño oscuro.

Figura 34. Flores de *E. americana*. Créditos: RBG Kew.

Figura 35. *E. americana*, hojas. Créditos: RBG Kew.

Figura 36. Frutos y semillas de *E. americana*.Créditos: RBG Kew.

Figura 37. Semillas de *E. americana*. Créditos: RBG Kew.

Hábitat: Especie pionera de bosque tropical seco que crece en claros con temperaturas óptimas de 28 °C. Crece en suelos arcillosos, ácidos, con drenaje pobre y bajo contenido de materia orgánica. Esta especie requiere humedad para su desarrollo óptimo, aunque también tolera periodos de sequía.

Distribución: Nativa de regiones tropicales y subtropicales de México, pero su origen exacto es incierto debido a su amplio cultivo prehispánico.

Estado de cultivo: Silvestre y cultivada.

Fenología: En México, las semillas se colectan en diciembre. En Veracruz, la floración ocurre entre marzo y mayo, y la fructificación entre julio y febrero.

Dispersión de semillas: Los frutos, una vez maduros, se abren y dejan caer las semillas. Las flores son polinizadas por colibrís.

Usos: [alimentario] Las flores se comen y son muy populares en muchas recetas mexicanas, especialmente en Veracruz; **[ambiental]** este árbol se usa como cerca viva y para enriquecer el suelo de nitrógeno y en sistemas agroforestales cafetaleros para sombrear el café; **[forrajero]** la hojarasca se utiliza como forraje; **[material]** las semillas y la madera se usan en la producción de artesanías y la madera se emplea en construcción; **[medicinal]** las hojas se usan en Veracruz para curar heridas, úlceras y picaduras de insectos; ornamental.

Manejo de semillas: Las semillas son retiradas de las vainas, las cuales están maduras cuando se abren naturalmente para soltar las semillas. Dado que las semillas de esta especie son atacadas con frecuencia por un coleóptero plaga, es aconsejable hacer una prueba de flotación antes de la siembra para conocer su viabilidad: si las semillas flotan en la superficie, quiere decir que han sido atacadas por la plaga y se pueden desechar. Durante la prueba de flotación, se pueden añadir 5 ml de hipoclorito de sodio por cada litro de agua para proteger las semillas de ataques de hongos (esterilización). Esta prueba puede realizarse de 10 minutos hasta 1 hora. Antes de la siembra, las semillas se pueden remojar de 1 a 8 horas en agua para que haya imbibición que estimule la germinación. Sin embargo, estas semillas tienen un tegumento externo muy duro que normalmente es difícil ablandar solo con el remojo, por lo que se aconseja escarificar las semillas practicando una incisión superficial en el tegumento para que la imbibición pueda ocurrir.

Germinación: La germinación normalmente puede tener lugar en 8-15 días. Según la literatura, la escarificación térmica a 35 °C durante 70 minutos parece ser el tratamiento más eficaz para eliminar la latencia física, mientras que las semillas control (semillas sin tratamientos previos a la siembra) germinan a un ritmo menor.

Tolerancia a la desecación (semillas): Ortodoxa.

Propagación vegetativa: Esquejes; estos se tienen que mantener en el invernadero al menos durante 4 meses antes de trasplantarse a campo, que se hace al comienzo de la temporada de lluvias.

Crecimiento y trasplante: Crecimiento rápido. Las plántulas suelen trasplantarse una vez que emergen (1-5 cm de altura) por medio de la técnica con estaca, o sea, haciendo un hoyo en el sustrato con una estaca para facilitar el trasplante sin dañar las raíces. En un mes, las plántulas alcanzan una altura de 10 a 20 cm. Los árboles están listos para donación en un promedio de 3 a 5 meses.

Cuidados y plagas: Esta especie tiene una plaga (pequeños dípteros) que le hace desarrollar deformidades en el tallo, generando malformaciones en la estructura del árbol; tiempo después, un gusano barrenador entra al tallo, dañándolo por completo. Al afectar la estructura del árbol, estas plagas permiten que otras patologías, como hongos y baerias, se acerquen de modo oportunista, lo que causa la muerte del árbol. Una plaga conocida de esta especie es el escarabajo *Xyleborus volvulus* J. C. Fabricius, aunque este ataca también a muchas otras especies de árboles, dañando su madera. Las semillas son consumidas por *Specularius impressithorax.*

Heliocarpus appendiculatus Turcz.

Nombres comunes: Balsa, Corcho, Jonote, Jonote baboso, Jonote colorado, Jonote rojo.

Figura 38. *H. appendiculatus* (árbol). Créditos: RBG Kew.

Familia: Malvaceae.

Clasificación: 7

Descripción: Árbol que llega a medir hasta 14 m de altura, con ramas viejas de color café oscuro, casposas, con tricomas simples y ramificados, rojizos, con puntos (lenticelas) blancos irregularmente distribuidos en su superficie. Hojas alternas, ovadas, a veces casi 3-lobadas, de hasta 16 cm de largo y hasta 14 cm de ancho, puntiagudas, con dientes irregulares en el margen. La parte superior de la hoja es de color verde oscuro y con escasos mechones de tricomas ramificados, mientras la cara inferior es blancuzca, cubierta de abundantes tricomas ramificados. Inflorescencias de hasta 15 cm de largo y hasta 14 cm de ancho, ramificadas, con abundantes flores, generalmente ubicadas en las puntas de las ramas, a veces en las axilas de las hojas. Los pedúnculos sostienen grupos de 3 flores. Los ejes de las inflorescencias son casposos, cubiertos de abundantes tricomas rojizos. Flores obovadas, bisexuales, de hasta 6 mm de largo, con 4 pétalos blancuzcos y numerosos estambres (aprox. 30). Fruto de color pardo-rojizo, seco, lateralmente comprimido, más o menos circular, de aproximadamente 5 mm de largo y 4 mm de ancho, y con tricomas a su alrededor que parecen rayos (de ahí el nombre «Heliocarpus», que significa «fruto de sol», debido a su semejanza con un sol). Semillas: 1-2 por fruto, de color oscuro, muy pequeñas (2-3 mm de largo), con pelillos ramificados en su superficie.

Figura 39. Flores de *H. appendiculatus*. Créditos: RBG Kew

Figura 40. Frutos de *H. appendiculatus*. Créditos: RBG Kew.

Figura 41. *H. appendiculatus*, semillas. Créditos: FESI-UNAM.

Hábitat: Es un árbol pionero que se presenta en bosques tropicales alterados (selva alta, selva baja, bosque mesófilo), carreteras, potreros y cafetales. Esta especie tiene preferencia por claros donde hay mucha luz disponible, donde asimila la radiación en una mayor ganancia de carbono.

Prefiere climas cálidos-húmedos con suelos arcillosos y roca de lutita (roca arcillosa de grano muy fino).

Distribución: Nativa de México y de Centroamérica.

Estado de cultivo: Silvestre y cultivada.

Fenología: En México, la floración ocurre generalmente desde diciembre hasta mediados de marzo y la fructificación entre mediados de marzo y mediados de junio. En el estado de Veracruz, es lo mismo, con la floración entre diciembre y el inicio de abril y la fructificación de marzo hasta junio.

Dispersión de semillas: La unidad de dispersión entera compuesta por fruto y semillas se dispersa por el viento.

Usos: [alimentario] En Costa Rica, se usa como floculante en el procesamiento de caña de azúcar; **[material]** la madera se emplea para hacer casas, chiqueros, corrales, etc. y las fibras del tronco se utilizan en la cestería y la producción de artesanías, papel amate y cuerdas; **[medicinal]** la corteza y la savia son usadas para el tratamiento de enfermedades dermatológicas, la corteza tiene propiedades antimaláricas y las hojas calientes en forma de cataplasma alivian la hinchazón y el dolor de riñón o traumas musculares.

Manejo de semillas: Los frutos son colectados sacudiendo las ramas del árbol o cortando los racimos de frutos; se pueden colectar inmaduros porque logran madurar separados del árbol, aunque es mejor recolectarlos maduros. No se hace ningún tipo de tratamiento presiembra. Las semillas no se separan del fruto antes de la siembra, sino se siembran las unidades de dispersión enteras con la técnica de boleo, o sea, distribuyendo de forma aleatoria las semillas sobre el sustrato en los germinadores. Los frutos casi no se cubren de sustrato o se cubren con una capa delgada para permitir la emergencia de las plántulas que, al ser muy pequeñas, no logran emerger si están cubiertas por demasiado sustrato.

Germinación: La temperatura es el factor que influye más la germinación en esta especie. Las condiciones térmicas que más favorecen la germinación son temperaturas medias diarias altas (26-36 °C) y una diferencia de temperatura entre día y noche de al menos 10 °C. Las temperaturas altas y la diferencia de temperatura día/noche aumentan la permeabilidad del tegumento externo de las semillas, lo cual estimula la germinación. Después de un año de almacenamiento, las semillas germinan en una gama de temperaturas más amplia. Adicionalmente, se ha observado que la germinación aumenta si se sumergen las semillas recién cosechadas en agua caliente hasta por un minuto. Las semillas pueden germinar con o sin luz.

Tolerancia a la desecación (semillas): Ortodoxa.

Propagación vegetativa: Estacas.

Crecimiento y trasplante: Las plántulas crecen rápidamente y son trasplantadas una vez que desarrollan hojas verdaderas por medio de la técnica de estaca, o sea, haciendo un hoyo en el sustrato con una estaca para facilitar el trasplante sin dañar las raíces. Las plántulas suelen crecer de 10 a 20 cm en un mes. Se recomienda el uso de arena-aserrín como sustrato.

Cuidados y plagas: Una vez que las plántulas alcanzan una talla de 10-20 cm puede presentarse una plaga en el envés de las hojas, donde se observan una serie de puntos elevados y abultados de color verde-amarillento. Sin embargo, esta plaga no causa la muerte de las plantas. Otra plaga, el gusano del jonote (*Arsenura armida* Cramer), un gusano comestible, se alimenta de las hojas en su etapa larval y puede presentarse en árboles adultos.

Heliocarpus donnellsmithii Rose.

Nombres comunes: Cajeta, Corcho, Jolocín, Jonote blanco, Majagua.

Figura 42. *H. donnellsmithii,* árbol. Créditos: RBG Kew.

Figura 43. Flores de *H. donnellsmithii.* Créditos: RBG Kew

Familia: Malvaceae.

Clasificación: 13

Descripción: Árbol caducifolio que llega a medir hasta 15 m de alto con un DAP de hasta 40 cm. El tronco es frecuentemente bifurcado o trifurcado y la copa es redondeada y abierta. Inflorescencias de hasta 30 cm de largo, tanto femeninas como masculinas, con una organización similar a la de una estrella y un cáliz compuesto de 4 sépalos verdes y lineares. Los masculinos llevan numerosos estambres amarillentos y un pistilo no funcional. Las femeninas tienen un ovario superior que termina en un estigma bilobulado. Las flores son de color crema verdoso con vellos estrellados y nacen en la unión de los tallos y las hojas, son sésiles y miden de 3 a 3.5 mm de largo. Las flores son melíferas. Frutos: Nueces de 3 mm de diámetro globosas, ligeramente comprimidas, con el borde rodeado de numerosas proyecciones filiformes, de color moreno oscuro. Todo el fruto está cubierto por abundantes tricomas estrellados y contienen una semilla redondeada y comprimida. Los frutos se recolectan cuando alcanzan la madurez y se tornan café oscuro. Estos deben recolectarse antes de que el viento empiece a dispersarlas. Semillas: 1-2 por fruto, de color oscuro, muy pequeñas (2-3 mm de largo por 1.5 de ancho).

Figura 44. Frutos de *H. donnellsmithii.* Créditos: RBG Kew.

Hábitat: Es un árbol pionero que se presenta en bosques tropicales secos y húmedos, especialmente en bosques secundarios derivados de selvas altas perennifolias y medianas subcaducifolias. Típicamente crece en claros de bosque, matorrales, tierras de cultivo y potreros abandonados a elevaciones hasta 2300 m s. n. m. Prefiere suelos ricos en materia orgánica y húmedos en áreas completamente abiertas y climas cálidos a templados.

Distribución: El jonote es originario de las regiones tropicales húmedas y subhúmedas de América. Su área de distribución comprende desde México hasta Belice, Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica. En México se distribuye desde el sur de Tamaulipas hasta el sur de Campeche y el centro de Quintana Roo. En la zona del Pacífico existe desde Sinaloa hasta Oaxaca. En Veracruz se encuentra en las inmediaciones de las poblaciones

de Cinco Palos, Xico, Teocelo, Coatepec, Xalapa, San Andrés Tuxtla y Atzalan, entre otras.

Estado de cultivo: Silvestre, cultivada.

Fenología: En Veracruz, la floración ocurre de octubre a febrero y la fructificación de marzo hasta mayo/junio.

Dispersión de semillas: La entera unidad de dispersión compuesta por fruto y semillas se dispersa a través del viento. La dispersión ocurre entre marzo y mayo.

Figura 45. Semillas de *H. donnellsmithii*. Créditos: FESI-UNAM.

Usos: [ambiental] Se usa en cafetales de sombra para sombrear el café y como cerca viva; **[forrajero y melífero]** las hojas se utilizan como forraje y las flores son muy atractivas para las abejas; **[material]** las fibras del tronco se utilizan en la producción de papel amate y en cestería, la madera se emplea para hacer casas, chiqueros, corrales, muebles, etc.; **[medicinal]** la corteza se usa como cicatrizante y antiespasmódico.

Manejo de semillas: Los frutos son colectados sacudiendo las ramas del árbol o cortando los racimos de frutos. Los frutos se pueden colectar inmaduros porque logran madurar una vez separados del árbol, aunque es mejor recolectarlos maduros, o sea, cuando tengan color café oscuro. Es importante recolectar los frutos antes de que el viento empiece a dispersarlos. No se hace ningún tipo de tratamiento presiembra. Las semillas no se separan del fruto antes de la siembra, sino que se siembran las unidades de dispersión enteras con técnica de boleo, o sea, distribuyendo de forma aleatoria las semillas sobre el sustrato en los germinadores. Los frutos casi no se cubren de sustrato, o se cubren con una capa delgada para permitir la emergencia de las plántulas que, al ser muy pequeñas, no logran emerger si están cubiertas por demasiado sustrato. Germinación: La germinación es epigea y muy rápida, pues en 5-8 días después de la siembra ya hay emergencia de plántulas; normalmente, se finaliza en 18-20 días. Como se trata de una especie pionera adaptada a colonizar claros en los bosques, para estimular la germinación es necesario que las semillas se expongan a temperaturas diarias de alrededor de 30 °C durante algunas horas cada día. Además, la germinación aumenta con temperaturas alternadas entre día y noche cuando hay una diferencia de temperatura de al menos 10 °C. Las temperaturas altas y la diferencia de temperatura día/noche aumentan la permeabilidad del tegumento externo de las semillas, lo cual estimula la germinación.

Tolerancia a la desecación (semillas): Probable comportamiento ortodoxo; sin embargo, a la fecha no se cuenta con información documentada sobre su longevidad natural y conservación bajo condiciones controladas.

Propagación vegetativa: Estacas.
Crecimiento y trasplante: Esta especie es de crecimiento rápido y no es muy longeva. Una vez que las plántulas alcanzan cerca de 6 cm de altura ya se pueden sacar al sol directo. El trasplante se hace con la técnica de estaca, o sea, haciendo un hoyo en el sustrato con una estaca para facilitar el trasplante sin dañar las raíces. Las plántulas se trasplantan cuando sean visibles las primeras hojas verdaderas para evitar el «estiramiento de plántula», es decir, un desarrollo excesivo de las partes aéreas de las plántulas sin un correcto y equilibrado desarrollo radical.

Cuidados y plagas: Los árboles adultos presentan una plaga que no causa mucho daño y además es comestible: el gusano del jonote (*Arsenura armida* Cramer), que se alimenta de las hojas en su etapa larval. La plaga más problemática que ataca las plántulas es una roya, un tipo de hongo patógeno que daña las plántulas sin matarlas.

Inga inicuil Schltdl. & Cham. ex G.Don

Figura 46. *I. inicuil*, árbol. Créditos: RBG Kew.

Nombres comunes: Algodoncillo, Cuajinicuil, Jinicuil, Vaina, Vainillo.

Familia: Fabaceae.

Clasificación: 1

Descripción: Árbol perennifolio o caducifolio de 12-15 m (hasta 20 m) de altura y de 30 a 50 cm de diámetro a la altura del pecho. La corteza es gris pálido y amarilla al corte. Las hojas tienen de 8 a 20 cm de largo y son formadas por 6 pinnas de forma lanceolada. Flores fragantes de 6 mm de largo, color verde pálido o amarillento, blancas o crema y arregladas en una cabezuela colorida. Frutos: Vainas verdes, oblongas, de 15 a 20 cm de largo, aplanados lateralmente. Una vez maduros, los frutos se tornan amarillo-verdosos y se abren. Cada fruto contiene de 12 a 18 semillas. La pulpa del fruto es blanca, algodonosa, pulposa, dulce y se desprende fácilmente de las semillas. Semillas: Oblongas, aplanadas lateralmente, 24-32 mm de largo y 6-18 mm de ancho.

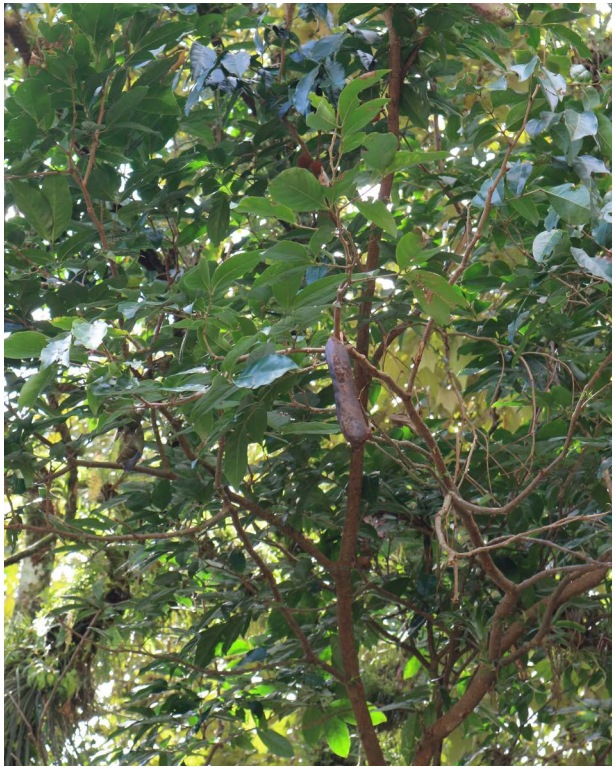


Figura 47. Fruto y ramas de *I. inicuil*. Créditos: RBG Kew.

Hábitat: Bosques mesófilo de montaña y de galería; crece a largo de ríos. Esta especie, como otras ingas, es tolerante a inundaciones y desarrolla raíces gruesas y profundas. Es un componente de bosques húmedos hasta 1880 m s. n. m.

Distribución: Regiones tropicales de México; se distribuye en los estados de Puebla, Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco. Se ha encontrado desde el sur de México a lo largo de todo América Central en ambas vertientes y hasta Perú.

Estado de cultivo: Cultivada y silvestre.

Fenología: En Veracruz, la floración ocurre de noviembre a junio y la fructificación de marzo a diciembre.

Dispersión de semillas: Por gravedad y ocasionalmente por animales.

Usos: [alimentario] La pulpa de los frutos se come cruda y en preparaciones como jugos, aguas de sabor, helados, etc. y las semillas se comen una vez hervidas; **[ambiental]** la planta se usa en potreros y en cafetales como cerca viva para enriquecer el suelo de nitrógeno y sombrear las plantaciones de café; **[forrajero (melífero)]** las flores atraen las abejas; **[material]** la madera se emplea en construcciones rurales; **[medicinal]** las hojas y la corteza tienen propiedades antinflamatorias y antibacterianas.

Manejo de semillas: Las semillas se procesan rápidamente porque no sobreviven a la desecación. Las vainas (frutos) se abren, se retira la pulpa blanca alrededor de las semillas para evitar que se mantenga una humedad excesiva que favorecería ataques de hongos patógenos, y las semillas se ponen a airear antes de la siembra; se deben retirar las que estén dañadas por alguna plaga. Se siembra directamente en bolsa. Normalmente, no se hace siembra en campo porque no se ha demostrado un método confiable.

Germinación: Las semillas son recalcitrantes y muchas veces germinan dentro del fruto (germinación muy rápida). Las semillas se deben sembrar cerca de 2 cm por debajo de la superficie del suelo, y el sustrato se mantiene en sombraje parcial. Las plántulas emergen del sustrato en aproximadamente 8 días.

Tolerancia a la desecación (semillas): Recalcitrante.

Propagación vegetativa: Injertos (enchapado inglés y enchapado lateral). Los portainjertos deben tener 2 años de edad y tienen que medir aproximadamente 1.5 m de alto y 1.5-2 cm de diámetro. Las ramas injertadas deben medir cerca de 20 cm de largo y tener 3-4 yemas hincadas (próximas a brotar).

Crecimiento y trasplante: Las plántulas tienen crecimiento rápido; de hecho, alcanzan cerca de 70 cm en un año, por lo que las semillas se siembran directo en bolsa. Crecen en promedio 10-20 cm al mes. Normalmente, las plántulas están listas para la donación y el trasplante en campo al cabo de dos meses. El trasplante al campo se debe hacer antes de que se cumplan 5-6 meses desde de siembra y no durante los períodos más lluviosos porque esta especie es sensible al exceso de humedad.

Cuidados y plagas: Las plántulas se deben regar regularmente y se debe retirar el sombraje un mes antes del trasplante en campo. Necesita riego regular durante los primeros dos meses después del trasplante en campo, pero después el riego puede ser menor. Sin embargo, antes del trasplante en campo es necesario no exagerar con el riego porque los tallos se pueden pudrir o las plántulas pueden tener infecciones de hongos por exceso de humedad; por esta razón, se aconseja no utilizar riego que humedezca el follaje. La planta se adapta bien a la poda, que se tiene que iniciar a partir del segundo año para eliminar las ramas axilares bajas o cortar la parte superior del tallo principal (Vargas-Simón y Pire, 2018). La biomasa resultante de la poda se puede depositar al suelo como acolchado para favorecer su fertilidad y preservar la humedad en zonas más secas. Tiene alta tolerancia a los suelos ácidos y poco fértiles. Esta especie tiene plagas comunes, como grillos, y es hospedera de la mosca de la fruta (*Anastrepha distincta* Greene), pero en general no cuenta con muchas plagas.

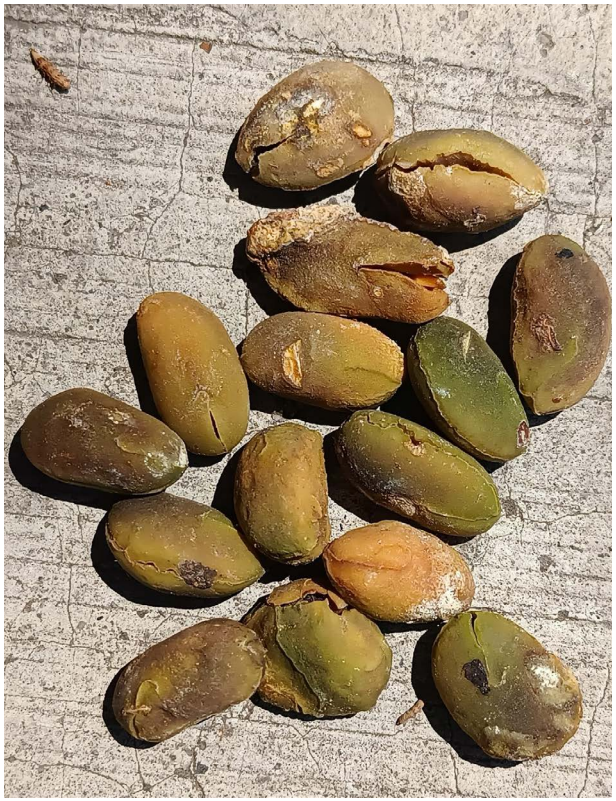


Figura 48. *I. inicuil,* semillas. Créditos: FESI-UNAM.

Inga punctata Willd.

Nombres comunes: Acotope, Chalahuite blanco, Chalahuite de cerro, Coajinicuil de rayo, Vainillo.

Figura 49. *I. punctata*. Créditos: Reinaldo Aguilar CC BY-NC-SA 2.0 DEED.

Familia: Fabaceae.

Clasificación: 3

Descripción: Árbol de unos 15 m con hojas de 9 a 18 cm de largo formadas por 6 pinnas de forma lanceolada. Flores: Espigas compuestas por 1-7 flores blancas o crema. Frutos: Vainas verdes, oblongas, de aprox. 16 cm de largo, aplanados, rectos o curvados, transversalmente nervados. Los frutos se abren una vez maduros. Cada fruto contiene una pulpa blanca y dulce que se desprende fácilmente de las semillas. Las semillas tienen un color castaño claro o café y una superficie lisa, y miden 1-1.5 cm de largo y 0.6-0.8 cm de ancho. Las semillas están cubiertas por una pulpa blanca.

Hábitat: Común en ambientes de bosque húmedo desde el nivel del mar hasta el premontano. Prefiere terrenos arcillosos en claros o los márgenes de los bosques, en riberas, potreros y carreteras. Esta especie, como otras ingas, es tolerante a inundaciones y desarrolla raíces gruesas y profundas.

Distribución: Nativa del sur de México, Cuba y Centroamérica, y del norte de Sudamérica (Colombia, Venezuela, Ecuador, parte de del norte de Brasil, Bolivia, Perú y Guyana Francesa).

Estado de cultivo: Cultivada y silvestre.

Fenología: En Veracruz, la floración ocurre en septiembre y fructificación en marzo; también se reporta en julio y agosto.

Dispersión de semillas: Por gravedad y ocasionalmente por animales.

Usos: [alimentario] La pulpa de los frutos se come cruda y en preparaciones como jugos, aguas frescas, helados, etc. y las semillas se comen una vez hervidas; **[ambiental]** la planta se usa en potreros y cafetales como cerca viva para enriquecer el suelo de nitrógeno y sombrear las plantaciones de café; **[forrajero y melífero]** las hojas se usan como forraje para el ganado, y las flores atraen las abejas; **[medicinal]** falta información específica; **[material]** la madera se emplea en construcciones rurales para hacer arcones y pisos.

Figura 50. Semillas de *I. punctata*. Créditos: Reinaldo Aguilar CC BY-NC-SA 2.0 DEED.

Manejo de semillas: Cuando llegan al vivero, las semillas se deben procesar rápidamente porque no sobreviven a la desecación. Primero se abren las vainas (frutos), luego se separan las semillas de la pulpa blanca y se ponen a airear para evitar que sean atacadas por hongos patógenos una vez sembradas. La siembra se hace directamente en bolsa porque tienen crecimiento rápido y así se evita que se tengan que trasplantarse poco tiempo después de su siembra.

Germinación: Las semillas germinan rápido. Emergen las plántulas aproximadamente 10 días después de la siembra.

Tolerancia a la desecación (semillas): Recalcitrante.

Propagación vegetativa: Esquejes.

Crecimiento y trasplante: El crecimiento de las plántulas es lento comparado con otras especies del género Inga Mill. Llegan a medir 10-20 cm de altura a partir de su emergencia.

Cuidados y plagas: En general, las plántulas son afectadas por plagas comunes, como grillos, aunque se ha reportado una cochinilla (*Dysmicoccus texensis* Tinsley) que se alimenta de las raíces.

Inga vera Willd.

Nombres comunes: Acotope, Chalahuite, Chalahuite de vaina, Guama, Jinicuil, Vainillo.

Figura 51. *I. vera* (árbol). Créditos: RBG Kew

Familia: Fabaceae.

Clasificación: 2

Descripción: Árbol de hasta 30 m de alto con un diámetro a la altura del pecho de 30 cm (en ocasiones hasta 1 m). Copa aplanada, amplia, muy extendida con follaje ralo. Tronco recto. Ramas largas, corteza gris pálida con lenticelas, más o menos lisa; interna de color rosado a castaño. Hojas: 10-18, alternas, despliegan pequeñas hojas a partir de una vena, arregladas en 2 hileras divergentes, de 18 a 30 cm de largo. Inflorescencias: Espigas compuestas de varias flores grandes, blancuzcas, que se tornan amarillo-verdosas a las pocas horas de abrir. Cada flor tiene una forma de embudo ancho 1-2 cm. Fruto: Vaina ligeramente curveada y de color castaño, cilíndrica, de recta a espiralada, 8-18 cm de largo y 1.3-2.2 cm de ancho, con 2 estrías anchas longitudinales. El fruto no se abre a maduración y contiene una pulpa blanca con pocas semillas.

Figura 52. Fruto abierto de *I. vera* con pulpa y semillas visibles. Créditos: RBG Kew.

Hábitat: Se puede encontrar en bosque de encino, bosque de galería, bosque tropical caducifolio, bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio y matorral xerófilo entre 0 y 1800 m s. n. m. Crece bien en una gran variedad de suelos y tolera tanto terrenos inundados (como otras ingas tiene raíces gruesas y profundas) como secos. Es común en las orillas de ríos y en hondonadas.

Distribución: Nativa de México, Centroamérica, Caribe, Colombia, Venezuela, Ecuador y Bolivia.

Estado de cultivo: Cultivada y silvestre. Fenología: En general, la floración ocurre entre enero y junio y la fructificación entre marzo y septiembre. I. vera subsp. eriocarpa, otra subespecie que se encuentra sólo en México, florece al final de la temporada seca (febrero-marzo) y sus frutos pueden demorar un año para madurar. En Veracruz, la floración de I. vera es reportada entre septiembre y noviembre y la fructificación en diciembre-enero y en agosto.

Dispersión de semillas: Por gravedad, ocasionalmente por animales.

Figura 53: Semillas de *I. vera*. Créditos: RBG Kew

Usos: [alimentario] La pulpa de los

frutos se come cruda y en preparaciones como jugos, aguas de sabor, helados, etc., y las semillas se comen una vez hervidas; **[ambiental]** la planta se usa en potreros y cafetales como cerca viva, para enriquecer el suelo de nitrógeno y para sombrear las plantaciones de café; **[combustible]** la madera se usa para obtener carbón; **[forrajero y melífero]** las hojas se usan como forraje para el ganado, y las flores atraen las abejas; **[material]** la madera se emplea en carpintería y para hacer muebles; **[medicinal]** la corteza, el cogollo y las hojas tienen propiedades astringentes, laxativas y antisépticas.

Manejo de semillas: Las semillas son recalcitrantes y sensibles a infestaciones de hongos patógenos, por lo que es importante que se procesen rápidamente. Antes de la siembra, se desechan las semillas con plaga (con visibles daños de hongos e insectos). Las semillas sanas se retiran de la pulpa, se lavan rápidamente y, de ser posible, se desinfectan con hipoclorito de sodio durante 10 minutos (5 ml de hipoclorito de sodio por 1 L de agua) para limitar los ataques de patógenos. Al final, las semillas se dejan secar para no sembrarlas húmedas, cosa que las haría pudrirse o plagarse.

Germinación: 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 de las plántulas es lento comparado a *Inga inicuil* Schltdl. & Cham. ex G.Don.

Tolerancia a la desecación (semillas): Recalcitrante.

Propagación vegetativa: Cortes, brotes y retoños.

Crecimiento y trasplante: Los trasplantes se hacen después de la emergencia de las plántulas, o sea, en la segunda semana postsiembra, 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. Las plántulas llegan a medir 10-15 cm en un mes. Comparada con otras ingas, esta especie suele desarrollarse un poco más lentamente, aunque se considera de rápido crecimiento porque produce sombra al cabo de tres años.

Cuidados y plagas: Esta especie tolera la sequía y los suelos ácidos. Es necesario evitar el exceso de agua cuando se riegan las plántulas porque el tallo se puede pudrir fácilmente. El mayor problema con esta especie es que las semillas están muy afectadas por ataques de plagas, generalmente de insectos. Por lo tanto, aunque se colecten muchas vainas, se tiene que considerar que muchas de las semillas no podrán propagarse. Por el contrario, las plántulas no presentan plagas específicas, aunque pueden ser atacadas por grillos y otras plagas como la mosca de la fruta *Anastrepha distincta*, el gorgojo *Diaprepes abbreviatus* L., la cochinilla *Maconellicoccus hirsutus* Green o *Umbonia crassicornis* Amyot & Serville. *I. vera* también es atacada por la podredumbre *Rosellinia bunodes* (Berk. & Broome) Sacc.

Juglans pyriformis Liebm.

Nombres comunes: Michpa, Nogal, Nogal cimarrón, Nogalillo, Nuez.

Figura 54. *J. pyriformis* (árbol). Créditos: RBG Kew.

Familia: Juglandaceae.

Clasificación: 14

Descripción: Árboles caducifolios de 10 a 25 m de altura, tronco recto, corteza pardo-oscura, escamosa o con fisuras longitudinales. Su copa es amplia y dispersa, compuesta de ramas gruesas y ascendentes. DAP de hasta de 90 cm. Especie monoica. Las flores femeninas son de color verde, alternas, dispuestas en una espiga terminal en grupos de dos a tres flores. Las flores masculinas son de color verde amarillento, diminutas, de 2-3 mm, que se distribuyen de forma irregular a lo largo de un pedúnculo formando racimos amentiformes de una longitud de 9-23 cm, los cuales pueden tener de 38-78 flores. Polinización anemófila (por medio del viento). El fruto es carnoso con abundantes verrugas abiertas de color pardo claro y un pequeño cuello en el ápice. Se presentan en racimos de 2, 3 y 4 frutos por rama. En la madurez, adquiere un color amarillo verdoso. Es indehiscente, lo cual significa que no se abre espontáneamente para liberar la semilla una vez maduro. La semilla es una nuez globosa, morena, leñosa, con canales longitudinales. Cada nuez lleva en su interior una semilla obovado-deprimida, lateralmente comprimida, de unos 20 mm de largo. La cubierta seminal es morena, reticulada y membranácea. Carece de endospermo y el embrión masivo presenta cotiledones sinuosos.

Figura 55. Inflorescencias (femeninas) de *J. pyriformis*.
Créditos: © Sarahí Díaz

Figura 56. Frutos de *J. pyriformis*. Créditos: PNV.

Hábitat: Forma parte del estrato medio y alto del bosque mesófilo de montaña y bosque caducifolio. Crece en clima templado con mucha lluvia. Prefiere suelos profundos o pedregosos, bien drenados. Prospera a partir de los 1200-1500 m s. n. m. en áreas con temperatura media anual de 14 a 18 °C y precipitación anual de 1500 a 2000 mm. Se le encuentra en potreros y campos de cultivo, en donde se protege por su sombra. En Veracruz es común en las fincas cafetaleras localizadas en la carretera antigua Xalapa-Coatepec y en las inmediaciones de Xico, Teocelo, Huatusco, Coscomatepec, Orizaba,

Yecuatla, Plan de Las Hayas y Juchique de Ferrer, entre otras.

Distribución: Esta especie de nogal es endémica de México; solamente se ha recolectado de las zonas serranas de los estados de Hidalgo y Veracruz (Alto Lucero, Calcahualco, Coatepec, Cuitláhuac, Coacoatzintla, Chiconquiaco, Huatusco, Huiloapan, Ixhuatlán del Café, Juchique de Ferrer, Nogales, Río Blanco, Texhuacán y Yecuatla).

Estado de cultivo: Silvestre, cultivada.

Fenología: En Veracruz la floración ocurre entre febrero y marzo y la fructificación entre agosto y noviembre, con las flores femeninas presentes durante todo el período y las masculinas entre febrero y abril.

Figura 57. Nueces de *J. pyriformis*. Créditos: RBG Kew.

Dispersión de semillas: Por gravedad. La dispersión sucede entre agosto y octubre.

Usos: [alimentario] Las nueces se comen y se usan de forma parecida a la nuez de Castilla (*Juglans regia* L.); **[ambiental]** se planta en sitios de restauración ecológica por su capacidad de sobrevivir en condiciones adversas, y también se emplea como cerca viva y para sombrear plantaciones de café y potreros; **[material]** la madera es de excelente calidad y se usa en la producción de instrumentos musicales, artesanías y muebles; **[veneno]** las hojas molidas se usan para atontar a los peces.

Manejo de semillas: La recolecta de los frutos se puede realizar en los meses de septiembre a octubre. En años semilleros, es posible recolectar frutos hasta finales de noviembre. Los frutos se pueden transportar en costales de rafia, bolsas plásticas gruesas o taras de plástico. Es necesario tener cuidado cuando se recolectan los frutos porque pueden estar dañados por hongos patógenos o animales depredadores de semillas, especialmente cuando se recolectan del suelo. Por eso, se aconseja colectar frutos sin daños visibles, que pueden tener la cáscara carnosa externa (exocarpio) de color verde-amarillento, amarillo-rojizo o negro, aunque los frutos negros se deben recolectar solo si la pulpa está un tanto firme. Para procesar las semillas, primero es necesario lavar y despulpar los frutos, retirando el exocarpio carnoso. Luego, los frutos se ponen a airear. Las semillas están cubiertas por una nuez dura, el endocarpio leñoso, que se puede escarificar para favorecer la germinación. Dejar los frutos en agua corriente durante 7 días es un tratamiento que se aplica para aumentar la germinación en esta especie. El endocarpio también se puede escarificar de forma mecánica, pero muchas veces la escarificación no es aconsejable porque expone las semillas al ambiente externo demasiado temprano, poniéndolas en riesgo de ser depredadas por animales o atacadas por organismos patógenos.

Germinación: La siembra se hace de octubre a febrero en camas de doble excavación altas de unos 20-30 cm, y las semillas se cubren con 2-3 cm de sustrato. Las camas de doble excavación se usan porque esta especie tiene un crecimiento rápido y un sistema radicular extenso, por lo que es necesario dejar suficiente espacio para el desarrollo de las raíces y no tener que trasplantar poco tiempo después de la siembra. Las plántulas suelen emerger en un mes o un mes y medio (40-55 días), por lo que en 25-30 días ya hay germinación. Las semillas presentan resistencia a la germinación; de hecho, esta puede tardar entre 35 a 61 días al inicio y puede alcanzar valores entre el 70 y 83 % de germinación.

Propagación vegetativa: Principalmente se propaga sexualmente por semilla.

Crecimiento y trasplante: El crecimiento es rápido. En un período de 6-7 meses, la planta alcanza una altura entre 25 a 30 cm. Aunque se siembre en camas elevadas para evitar tener que trasplantar después de la siembra, se debe proceder con el trasplante un mes y medio después de la emergencia de las plántulas porque estas pueden

alcanzar un tamaño de 40 cm. Es importante no demorar mucho en trasplantar porque eso puede causar un desarrollo desequilibrado de las raíces. 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: Se aconseja aplicar fertilización inicial de desarrollo y endurecimiento una vez que emerjan las plántulas, que se deben regar cada 5-7 días dependiendo del lugar y la temporada. Las plántulas se desarrollan mejor en suelos profundos y sueltos que sean ricos en minerales. Las plagas principales de *J. pyriformis* son: la cercoespora, mejor conocida como Tizón negro (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), la cual suele secar completamente a la plántula, comenzando con los retoños hasta dejarla seca por completo (se reconoce por las hojas secas y con una coloración negra), y depredadores de semillas, como ardillas y hormigas. Una buena práctica para proteger a las semillas de los depredadores es rodear los sitios de siembra con mallas o rejas.

Información adicional: Especie amenazada y protegida (Norma Oficial Mexicana: NOM-059-SEMARNAT-2001).

Persea longipes (Schltdl.) Meisn.

Nombres comunes: Aguacatillo, Laurus.

Familia: Lauraceae.

Clasificación: 15

Descripción: Árbol perennifolio de 8-15 m (hasta 20 m) de altura, corteza pardo-oscura, profundamente fisurada a escamosa y algo aromática. Las ramas y hojas en desarrollo son siempre más o menos pubescentes, con tricomas rectos adpresos. Alcanza un DAP de hasta 60 cm. Flores de 5 mm de largo; segmentos del perianto exterior de 2-2.2 mm de largo, 2-2.2 mm de ancho, ovadas, las puntas agudas, con tricomas por fuera, glabras por dentro, de amarillas a verde pálido. Infrutescencia con varios frutos, el pedúnculo ligeramente más grueso que en la inflorescencia; pedicelos de 4 mm de largo, engrosado; perianto reflejado, las puntas de los segmentos internos caducifolios; frutos de 6-7 mm de largo, globoso. Fruto verde globoso con mucilago.

Hábitat: Se encuentra en bosque mesófilo de montaña asociado a *Oreopanax xalapensis*, *Quercus* sp. y *Croton draco*. Es una especie que exige luz. Se ha colectado entre los 200 y 1500 m s. n. m.

Distribución: Esta especie se distribuye a lo largo de las laderas de montañas en Veracruz a 200 m s. n. m.; también se ha observado en la costa de Honduras.

Estado de cultivo: Silvestre, cultivada.

Fenología: En Veracruz, la fructificación es reportada entre mayo y septiembre.

Manejo de semillas: Los frutos se despulpan cuidadosamente, y las semillas se procesan rápidamente porque son recalcitrantes. Es importante lavar bien las semillas de la pulpa porque, aunque las semillas no sean generalmente predadas, la presencia de restos de pulpa puede atraer potenciales depredadores de semillas y plagas.

Persea schiedeana Nees.

Nombres comunes: Aguacate de monte, Aguacatillo, Chinine, Chinini, Pagua.

Figura 58. *P. schiedeana* (árbol). Créditos: RBG Kew.

Familia: Lauraceae.

Clasificación: 6

Descripción: Árbol de aproximadamente 30 m de altura con una copa extensa. Hojas de forma elíptica, 8-35 cm de largo y 4-25 cm de ancho. La superficie superior de las hojas no tiene tricomas y muestra venas secundarias prominentes, mientras la parte inferior de las hojas tiene tricomas y un color rojizo. Flores agrupadas en inflorescencias con flores de 6-10 mm de largo, pubescentes, verde-amarillentas con el tallo un poco rojizo. Frutos: 1-2 por rama; pueden ser de diferentes formas, por ejemplo, más elongados, ovales o casi esféricos con una pulpa blanquecina y cremosa. Pueden ser de color verde, amarillo o negro. Semillas de forma casi esférica u oval.

Figura 59. Flores de *P. schiedeana*. Créditos: RBG Kew.

Figura 60. Frutos de *P. schiedeana*. Créditos: RBG Kew.

Hábitat: Se encuentra entre 250 y 2500 m s. n. m. en ambientes de bosque de niebla o de pino, en climas húmedos.

Distribución: Se distribuye en México (solo no se encuentra en los estados de Sonora y Baja California), Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica, Panamá y Colombia.

Fenología: La floración ocurre entre enero y marzo y la fructificación entre mayo y agosto.

Dispersión de semillas: Las semillas pueden ser dispersadas por animales, como monos, o por actividad humana.

Figura 61. Semillas de *P. schiedeana*. Créditos: RBG Kew.

Usos: [alimentario] Los frutos se comen crudos en varios platos típicos (p. ej. guacamole, en tacos, sopas, etc.), y de esos se obtiene también un aceite comestible, aunque los frutos inmaduros son tóxicos; **[ambiental]** el árbol es usado para sombrear las plantaciones

de café; **[combustible]** la madera de los árboles que ya no sean productivos es utilizada para obtener carbón.

Manejo de semillas: Los frutos se despulpan cuidadosamente, y las semillas se procesan rápidamente porque son recalcitrantes. Es importante lavar bien las semillas de la pulpa porque, aunque las semillas no son generalmente depredadas, la presencia de restos de pulpa puede atraer potenciales depredadores de semillas y plagas.

Germinación: La siembra se hace en camas elevadas porque esta especie tiene un crecimiento rápido y un sistema radicular extenso, así que es necesario dejar suficiente espacio para el desarrollo de las raíces y no tener que trasplantar poco tiempo después de la siembra. Las semillas germinan aproximadamente en un mes, y las plántulas emergen en un mes y medio.

Tolerancia a la desecación (semillas): recalcitrante.

Propagación vegetativa: Diferentes técnicas de injerto; se utiliza como portainjerto para el aguacate Persea americana Mill. porque es resistente a los ataques de un patógeno (*Pytophthora cinnamomii*) que causa podredumbre en las raíces.

Crecimiento y trasplante: El crecimiento de las plántulas es rápido: en dos meses las plántulas pueden alcanzar 20-30 cm, y en 5-6 meses ya están listas para el trasplante en campo. El trasplante se hace después de la emergencia de plántulas, normalmente pasando las plántulas desarrolladas en tubos de 2-3 kg de sustrato, que se llenan de sustrato al momento del trasplante para evitar de dañar las raíces.

Cuidados y plagas: El barrenador grande del hueso de aguacate (*Heilipus lauri*) es una de las plagas reportadas para esta especie en Veracruz. Los adultos de *H. lauri* ponen sus huevos en los frutos y las larvas atacan las semillas. La polilla del aguacate (*Stenoma catenifer* Walsingham) es también una plaga. *P. schiedeana* es susceptible a la enfermedad del *'Avocado sunblotch viroid'*.

Información adicional: Este aguacate se encuentra típicamente en bosque mesófilo de montaña entre 250 y 2500 m s. n. m.

Psidium guajava L.

Nombres comunes: Guayaba, Guayaba de venado, Guayaba dulce, Guayaba manzana, Guayaba perulera, Guayabilla.

Figura 62. *P. guayava.* Créditos: Mauricio Mercadante CC BY-NC-SA 2.0 DEED.

Familia: Myrtaceae.

Clasificación: 5

Descripción: Árbol que llega a medir hasta 10 m. Presenta frecuentemente retoños a la base del tronco. La corteza tiene color entre verde y marrón-rojizo. Hojas opuestas, de forma elíptica, 5-15 cm de largo y 5-7 cm de ancho. Flores solitarios o en inflorescencias de aproximadamente 3 cm de diámetro, 4-5 pétalos blancos de 1-2 cm de largo y numerosos estambres amarillentos. Frutos: Bayas de 4-12 cm de largo. Semillas numerosas, amarillentas, duras, reniformes, largas de 3-5 mm, envueltas en una pulpa de color blanco rosáceo.

Figura 63. Flores de *P. guayava.* Créditos: Mauroguandi CC BY 2.0 DEED.

Figura 64. Frutos de *P. guayava.* Créditos: Forest & Kim Starr CC BY 3.0 DEED.

Hábitat: Crece bien en ambientes húmedos y secos hasta 1500 m s. n. m. (a veces hasta 2100 m s. n. m.). Se obtienen mejores cosechas en regiones con temperaturas medias diarias entre los 20 y 30 °C y una precipitación anual entre 1000 y 2000 mm.

Distribución: La distribución original no es clara, probablemente desde el sur de México hacia todo Sudamérica. Hoy es cultivada en todas las áreas tropicales y subtropicales.

Fenología: En Veracruz, la floración ocurre entre marzo y junio y la fructificación entre julio y octubre. Los árboles pueden llegar a tener flores en los primeros 2 años de vida, y pueden tener una producción estable de frutos en 5-8 años. Los árboles no son muy longevos y generalmente no viven más de 40 años.

Dispersión de semillas: Las semillas son dispersadas por aves y mamíferos.

Usos: [alimentario] Los frutos se comen crudos o cocidos en varias preparaciones (jaleas, helados, zumos, aguas de sabor, tamales, etc.); **[ambiental]** esta especie atrae fauna y se planta en cafetales para sombrear el café; **[forrajera (melífera)]** las flores atraen las abejas; **[material]** la madera es muy durable y es utilizada en carpintería/tornería, mientras que las hojas se usan como colorante y curtiente; **[medicinal]** las hojas se usan contra la diarrea.

Manejo de semillas: Las semillas se sacan de los frutos con una cuchara y se lavan para retirar el exceso de pulpa. Las semillas se deben airear antes de sembrarse. Antes de la siembra, las semillas se pueden poner remojar en

agua para favorecer la germinación. Los tratamientos de escarificación ácida durante 12 horas estimulan la germinación porque retiran la latencia física.

Germinación: La germinación ocurre en 10-20 días y, en general, esta especie germina muy bien. Las semillas pueden germinar en la oscuridad si se someten a temperaturas alternadas, las cuales parecen ser importantes para permitir la germinación.

Tolerancia a la desecación (semillas): ortodoxa.

Propagación vegetativa: Injerto. Existen algunas otras especies de guayaba (p. ej. *Psidium guineense* Sw.) que se usan como portainjerto resistente a la marchitez bacteriana causada por *Gliocladium vermoeseni* (Biourge) Thom y al nematodo de las raíces *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White).

Crecimiento y trasplante: Las plántulas no tienen un crecimiento muy rápido: en un mes llegan a medir 5-10 cm. Se pueden trasplantar al campo seis meses después de la siembra. Las plántulas son resistentes al trasplante, pero suelen ser sensibles al exceso de humedad, por lo que es necesario regarlas con precaución.

Cuidados y plagas: En general, *P. guajava* es un árbol resistente que se adapta a muchas condiciones diferentes de crecimiento. Los árboles pueden crecer desde el nivel del mar hasta los 1500 m a temperaturas entre 15 y 45 °C. Las temperaturas óptimas para el crecimiento son entre 23 y 28 °C. La guayaba es resistente a heladas ligeras. Tres meses y medio por año con temperaturas superiores a 16 °C, dependiendo del cultivo, son suficientes para que las plantas fructifiquen. En general, es una buena práctica aplicar 110-225 g de fertilizante tres o cuatro veces por año durante los primeros dos años. En general, diferentes enfermedades que pueden atacar la guayaba son: antracnosis de la guayaba, una enfermedad que produce manchas marrones en las hojas y los frutos, podredumbre y decaimiento de las plantas, ocasionada por hongos de los géneros *Colletotrichum* y *Gloeosporium* sp.; mancha algal de la hoja, una enfermedad que causa decadencia y necrosis en las hojas y los frutos, ocasionada por diferentes organismos, como el microalga *Cephaleuros virescens* Kunze ex E.M.Fries; podredumbre del fruto, causada por hongos patógenos del género *Guignardia* sp.; marchitamiento de la guayaba, causado por diferentes hongos como *Gliocladium vermoeseni* (Biourge) Thom y *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen; roya de la guayaba, causada por el hongo *Austropuccinia psidii* (G. Winter) Beenken; podredumbre del fruto, causada por hongos del género *Mucor* sp., como *Mucor hiemalis* Wehmer (muchas veces estos hongos logran atacar a las plantas a través de heridas provocadas durante la oviposición de insectos patógenos, como la mosca de la guayaba (*Bactrocera correcta* Bezzi); podredumbre apical de la guayaba, causada por deficiencia de calcio, ocasiona el marchitamiento total de los frutos; podredumbre radical, causada por hongos del género *Phytophthora* sp., aunque existen portainjertos resistentes; insectos patógenos, principalmente la mosca del fruto de la guayaba y la mosca mexicana del fruto (*Anastrepha ludens* Loew).

Buenas prácticas para contrastar los ataques de hongos patógenos: desinfectar el suelo con fungicidas ecológicos antes de la plantación; tener siempre un buen drenaje del suelo; eliminar las malas hierbas; retirar los productos vegetales dañados, especialmente frutos caídos al suelo (cada 2-4 días); rodar la superficie del suelo; evitar mojar las hojas durante el riego; evitar el monocultivo; desinfectar las herramientas de poda.

Trema micranthum (L.) Blume.

Nombres comunes: Capulincillo, Capulincillo cimarrón, Capulín, Chaca, Ixpepe, Majagua.

Figura 65. *T. micranthum*. Créditos: FESI-UNAM.

Figura 66. *T. micranthum*, hojas. Créditos: RBG Kew.

Familia: Cannabaceae.

Clasificación: 10

Descripción: Árbol perennifolio de 5-13 m (hasta 30 m) de altura, copa en forma de sombrilla, abierta e irregular y con un DAP de 6-20 cm (hasta 70 cm). Las flores son actinomorfas y se producen en inflorescencias axilares; cimas masculinas de hasta 3 cm de largo, pubescentes; flores masculinas sésiles o con pedicelos muy cortos de 5 mm de diámetro; flores femeninas de 3 mm de largo sobre pedicelos de 1-2 mm, poseen una fuerte constricción inmediatamente por debajo del cáliz. Frutos: Drupas carnosas, elipsoides o esféricas de 1.5-3 mm de diámetro, de color verde al principio y rojo a anaranjado brillantes en la madurez, glabras, con los sépalos persistentes, con un hueso que contiene una sola semilla. Las semillas son negras, pequeñas (el peso de un endocarpio está entre 1.38 (±0.13) y 3.83 (±0.22) mg) y pueden sobrevivir en el banco de semillas del suelo durante al menos un año. Endocarpio de 1.5-2 mm de largo y 1.2-1.4 mm de ancho, gris pálido o blanco grisáceo, sin endospermo. Las pequeñas semillas muestran un comportamiento ortodoxo, ya que se mantienen viables a bajas temperaturas.

Figura 67. Frutos de *T. micranthum*. Créditos: FESI-UNAM.

Figura 68. *T. micranthum*, semillas. Créditos: FESI-UNAM.

Hábitat: Esta especie no tiene requerimientos particulares de tipo de suelo. Crece en suelos pobres, erosionados o de barbecho, arcilloso y pedregosos. Se encuentra en cañadas, cerca de arroyos, potreros, sitios abiertos, desmontes y arboledas a lo largo de carreteras, bordes de bosque y terrenos agrícolas, sitios abiertos y a la orilla de caminos. Se desarrolla en distintos tipos de clima, desde cálidos subhúmedos semicálidos y templados, con régimen de lluvias de verano, de verano con influencias de monzón y uniformemente repartidas.

Distribución: Se localiza en los estados de Morelos, México e Hidalgo. Por el golfo se encuentra desde Tamaulipas hasta la península de Yucatán, en el Pacífico desde Sonora hasta Chiapas, y además abarca de Belice a Panamá y la zona del Caribe (Puerto Rico). Asociada a la vegetación secundaria de selvas.

Estado de cultivo: Silvestre, cultivada.

Fenología: En Veracruz, la floración ocurre de marzo/abril a agosto y la fructificación entre abril y julio, aunque se reporta durante todo el año también.

Dispersión de semillas: Avifauna (dispersada por aves migratorias que se alimentan de los frutos).

Usos: [ambiental] Mejoramiento del hábitat para las aves nativas y migratorias, potencial en restauración; **[combustible]** la madera se emplea para obtener carbón; **[forrajero]** las hojas y las ramas se usan como forraje para en ganado; **[material]** la madera se usa en construcciones rurales para hacer sillas y molenderos y la corteza para hacer un tipo de papel amate y manufacturar cuerdas; **[medicinal]** las hojas y la corteza son utilizadas como remedio contra el sarampión.

Manejo de semillas: La recolección manual de semillas es difícil porque se produce una sola semilla por fruto, y los frutos son rápidamente cosechados por aves a medida que maduran. Si se logran colectar las semillas, se tienen que limpiar una vez que tengan una coloración naranja. Para retirar el exceso de pulpa, las semillas se pueden macerar y lavar con la ayuda de un tamizador, aunque se debe tener cuidado porque son pequeñas. Antes de la siembra, las semillas se pueden poner en agua por 24 horas para estimular la geminación, o se pueden poner a refrigerar a 2 °C por 3-4 meses.

Germinación: Las semillas requieren luz intensa para germinar, como sucede también en el caso de otras especies pioneras. Las semillas frescas germinan en aproximadamente 10-20 días aunque pueden demorar hasta 50 días; esto puede depender de la reportada latencia fisiológica de las semillas.

Tolerancia a la desecación (semillas): ortodoxa.

Propagación vegetativa: Brotes, retoños, segmentos leñosos que se hacen enraizar con productos enraizantes.

Crecimiento y trasplante: Una vez que germinan, las plántulas crecen aproximadamente 5-15 cm en un mes en función del sustrato, la cantidad de sol y la madurez de la semilla. Esta especie es de crecimiento rápido y puede alcanzar 7 m en un año, aunque es un árbol de vida corta que no supera los 30 años.

Anexos

Anexo 1: Otras especies nativas de árboles priorizadas durantes los talleres participativos

Nombre común	Nombre científico	Usos
Sangregado	*Croton draco* Schltdl. & Cham.	Alimento animal, usos ambientales, combustible, materiales, medicamentos
Encino roble	*Quercus xalapensis* Bonpl.	Usos ambientales, combustible, materiales
Palo gusano	*Lippia myriocephala* Schltdl. & Cham.	Usos ambientales, combustible, materiales
Encino roble	*Quercus germana* Schltdl. & Cham.	Materiales
Guaje	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	Alimento animal, usos ambientales, combustible, alimento para humanos, alimento para invertebrados, materiales, medicamentos, venenos, usos sociales
Higuera	*Ficus cotinifolia* Kunth	Alimento animal, usos ambientales, alimento para humanos, materiales, medicamentos, venenos
Jobo	*Spondias mombin* L.	Alimento animal, usos ambientales, alimento para humanos, alimento para invertebrados, materiales, medicamentos, venenos, usos sociales
Huele de noche	*Cestrum nocturnum* L.	Usos ambientales, alimento para humanos, alimento para invertebrados, materiales, medicamentos, venenos
Haya	*Platanus mexicana* Torr.	Materiales
Aguacatillo	*Ocotea psychotrioides* Kunth	n/a
Bienvenido, Cacao de monte	*Tapirira mexicana* Marchand	Combustible, alimento para humanos, materiales
Cucharo	*Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch.	Alimento animal, alimento para humanos, materiales, medicamentos
Cedro rojo	*Cedrela odorata* L.	Usos ambientales, alimento para humanos, materiales, medicamentos

Common name	Scientific Name	Uses
Palo de corcho negro	*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken	Alimento animal, usos ambientales, combustible, alimento de invertebrados, materiales, medicamentos, usos sociales
Capulin	*Prunus serotina* Ehrh.	Alimento animal, usos ambientales, combustible, alimento para humanos, materiales, medicamentos, venenos y usos sociales
Mala mujer	*Cnidoscolus multilobus* (Pax) I.M. Johnst.	Alimento animal. medicamentos
Flor de cera	*Palicourea padifolia* (Willd. ex Schult.) C.M.Taylor & Lorence	n/a
Cocuite	*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth	Alimento animal, usos ambientales, combustible, alimento para humanos, alimento para invertebrados, materiales, medicamentos, venenos
Coralillo	*Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose	Usos ambientales, combustible, materiales
Nacaxtle	*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.	Alimento animal, usos ambientales, combustible, alimento para humanos, alimento para invertebrados, materiales, medicamentos, venenos
Habin	*Lonchocarpus guatemalensis* Benth.	Alimento para humanos, materiales, venenos
Higuera	*Ficus obtusifolia* Kunth	Medicamentos
Amate	*Ficus pertusa* L.f.	Usos ambientales, alimento para humanos, materiales, medicamentos
Ramoncillo	*Trophis racemosa* (L.) Urb.	Alimento animal, alimento para humanos, materiales, medicamentos
Anón	*Annona squamosa* L.	Alimento animal, usos ambientales, combustible, alimento para humanos, materiales, medicamentos, venenos y usos sociales
Algodoncillo	*Wimmeria concolour* Schltdl. & Cham.	Combustible, materiales
Hule	*Ficus yoponensis* Desv.	Alimento animal, usos ambientales, materiales, medicamentos
Palo de hacha	*Chrysophyllum mexicanum* Brandegee	n/a

Common name	Scientific Name	Uses
Palo blanco	*Meliosma alba* (Schltdl.) Walp.	n/a
Limoncillo	*Symplocos coccinea* Bonpl.	n/a
Estrellita	*Trophis mexicana* (Liebm.) Bureau	Alimento para humanos, materiales, venenos
Hediondilla	*Cestrum dumetorum* SchltdL	Usos ambientales, medicamentos, usos sociales
Quiebracha	*Cupania dentata* Moc. & Sessé ex D.C.	animal fodder, fuel, materials, medicines
Carne de caballo, Malhombrillo	*Alchornea latifolia* Sw.	Alimento animal, combustible, materiales, medicamentos

Anexo 2: Integración de la igualdad de género en proyectos de adpatación al cambio climático en elsector cafetalero

Teresa Durand

¿Cómo afecta el cambio climático a las mujeres productoras de café?

Las mujeres a menudo se ven más afectadas que los hombres por los impactos del cambio climático como resultado de las normas de género. Por ejemplo, las mujeres enfrentan más barreras institucionales para tener acceso a financiación en apoyo de innovación tecnológica y ecológica.

Las mujeres también son, en gran parte, responsables de recolectar y procesar alimentos, cargar agua y obtener combustible para calentar hogares. El cambio climático complica cada vez más estas tareas debido a que hay que recorrer mayores distancias para buscar agua o encontrar leña, por ejemplo.

Existen diferentes factores que impiden a las mujeres, y otros grupos vulnerables, desempeñar un papel en pleno en la lucha contra el cambio climático. Entre ellos sobresalen las escasas oportunidades de empleo y los derechos limitados sobre la tierra y otros bienes, la falta de acceso a servicios financieros, capacitación y tecnología, y la restringida toma de decisiones en el hogar y la comunidad.

¿Cuál es el impacto social del cambio climático en la producción del café?

En México, las actividades agrícolas primarias son una actividad productiva económica a cargo de los hombres campesinos, en tanto que las mujeres campesinas suelen atender los quehaceres domésticos y las tareas de cuidado. Pero ellas además realizan tareas productivas en traspatios y parcelas, se emplean por un jornal o se dedican al pequeño comercio y ocupan cargos comunitarios o en organizaciones sociales. Así, se multiplica la jornada doméstica, agrícola, salarial y organizativa en la vida de las mujeres rurales.

El cultivo de café representa en Latinoamérica uno de los principales medios de vida y genera empleo para millones de familias en zonas rurales.

La adaptación al cambio climático con impacto social en el sector cafetalero

El cambio climático pone en riesgo los medios de vida y los ingresos de las y los productores de café y sus familias, ya que este afecta los ciclos de producción de sus plantaciones.

Finalmente, el ingreso de jornaleros/as migrantes (pagados a destajo por volumen o peso de cerezas de café recolectado) es particularmente importante en áreas de impacto potencial del cambio climático donde las oportunidades de diversificación de medios de vida son escasas.
La producción cafetalera bajo sombra, si se promueve una diversificación de productos bajando los riesgos asociados al monocultivo, contribuye a la conservación de los ecosistemas y, en consecuencia, a aumentar los medios de vida de las y los productores. Estas características hacen a este sector un actor clave en la respuesta al cambio climático, aunque al mismo tiempo lo torna vulnerable a sus efectos.

Las medidas para preparar a las comunidades productoras de café contra potenciales impactos negativos del cambio climático incluyen diversificar los ingresos (dentro y fuera de la finca), mejorar el acceso a servicios financieros para las

mujeres productoras, capacitar a las y los productores para que empleen estrategias de adaptación, mejorar el acceso de las y los productores a los pronósticos estacionales y motivar a hombres y mujeres a trabajar juntos para abordar los retos del cambio climático.

La adaptación al cambio climático se define como el ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o previstos (amenazas climáticas), así como sus efectos, que modera el daño y/o aprovecha oportunidades beneficiosas. Las dinámicas de género dan forma a las diferentes capacidades de hombres y mujeres para adaptarse a los impactos del cambio climático. Identificar dimensiones como el género, la edad, la etnicidad o las discapacidades, en diferentes contextos, es clave para el éxito de prácticas de adaptación.

Las actividades de adaptación en el sector cafetalero deben considerar, por ejemplo, si requerirán o no más esfuerzo y tiempo por parte de las mujeres en reconocimiento de su triple jornada doméstica/familiar, productiva y comunitaria. Las medidas de adaptación requieren mejorar el control sobre los medios de vida entre hombres y mujeres en los hogares, mejorar las condiciones laborales y de autonomía económica de las mujeres y no ser perjudiciales para otras actividades agrícolas que lleven a cabo las mujeres y grupos vulnerables de la comunidad.

Figura 69. Conversatorio con algunas de las productoras de café, Monte Blanco, Teocelo.

La igualdad de género e inclusión social en el proyecto

UK PACT (de acuerdo con la legislación británica vigente) exige que los proyectos seleccionados para financiamiento mejoren la igualdad de género y la inclusión social (IGIS o GESI, por sus siglas en inglés) en las poblaciones beneficiarias. De esta forma, se requiere incluir a las mujeres y otros grupos vulnerables en iniciativas de reducción de emisiones de GEI.

Para cumplir con este requisito legal, el proyecto desarrolló un Plan de Acción de Igualdad de Género e Inclusión Social que planteó una estrategia de integración en tres aspectos:

- Actividades técnicas de conservación de semillas de especies arbóreas nativas del bosque de niebla que combinen la investigación científica con el conocimiento tradicional de las comunidades seleccionadas.
- Interacción con los beneficiarios para aumentar los conocimientos de las y los pequeños agricultores en la selección de especies, lo cual contribuirá a la conservación de los

bosques y la mejora de los medios de vida locales.

- Productos de comunicación de conocimiento público sobre un método replicable para el secuestro de carbono y la conservación de la biodiversidad de árboles nativos. Esto se plantea como estrategia de adaptación al cambio climático con perspectiva de igualdad de género e inclusión en plantaciones de café cultivadas a la sombra.

Anexo 3: Normas y leyes de conservación mexicanas relacionadas con la cafeticultura

Daniel Jarvio

A continuación se presentan de forma breve las normas y leyes mexicanas relacionadas con la cafeticultura en Veracruz, México.

En la Gaceta Legislativa del Congreso del Estado de Veracruz LXV Legislatura, Año III, Número 155, con fecha 19 de octubre de 2021, se reforma y adiciona diversas disposiciones de la **Ley para el Fomento, Desarrollo Sustentable, Producción, Distribución y Comercialización del Café Veracruzano.**
Artículo 3. Introduce la definición: XIII. *Cafetal de sombra: Predio agrícola en el que se utiliza un sistema de manejo de tierras para el cultivo del café bajo el dosel de especies de otras plantas, típicamente arbóreas.*

Artículo 30. Reconoce la importancia de los cafetales de sombra en el estado de Veracruz como proveedores de servicios ambientales y como hábitat para la conservación de la biodiversidad, por lo que, para efectos de la legislación veracruzana, reconoce la importancia de los cafetales, que serán considerados como espacios naturales relevantes para la conservación en la modalidad de reservas ecológicas de aprovechamiento productivo.

Ley de Desarrollo Rural Sustentable, publicada en Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 2021.

Art. 5, Fracción IV. Fomentar la conservación de la biodiversidad y el mejoramiento de la calidad de los recursos naturales, mediante su aprovechamiento sustentable y,

Fracción V. Valorar las diversas funciones económicas, ambientales, sociales y culturales de las diferentes manifestaciones de la agricultura nacional.

Art. 7. Para impulsar el desarrollo rural sustentable, el Estado promoverá la capitalización del sector mediante obras de infraestructura básica y productiva, que coadyuven al cumplimiento de los seis objetivos que consta el presente artículo.

Art. 178 y Art. 179. De la Seguridad y Soberanía Alimentaria, en la cual el café se considera un producto básico y estratégico.

NMX-F-597-SCFI-2016 CAFÉ VERDE - ESPECIFICACIONES, PREPARACIONES Y EVALUACIÓN SENSORIAL (CANCELA A LA NMX-F-551-SCFI-2008)

La presente norma mexicana establece la definición, las descripciones y las especificaciones que se utilizan comúnmente para evaluar la calidad del café verde en grano, así como los tipos de preparaciones que permiten su evaluación sensorial. Esta norma aplica para el grano de café verde que se produce o comercializa en el territorio nacional, independientemente del método de producción y beneficiado por el cual se obtuvo e indistintamente de que se canalice a cualquier mercado comercial.

Para la correcta aplicación de la presente norma mexicana, se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

- NMX-F-107-SCFI-2008 Café Verde en sacos - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2008/07/01.
- NMX-F-129-SCFI-2008 Café Verde - Preparación de las muestras para su uso en análisis sensorial. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2008/07/01.
- NMX-F-158-SCFI-2008 Café verde - Inspección Olfativa y Visual - Determinación de defectos y materia extraña. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2008/07/01.
- NMX-F-162-SCFI-2008 Café verde - Tabla de referencia de defectos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2008/07/01.

- NMX-F-176-SCFI-2008 Café verde - Determinación de la pérdida de masa a 105 ˚C - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2008/09/02.
- NMX-F-191-SCFI-2013 Café verde o café crudo - Análisis de tamaño - Tamiz manual y por máquina. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2014/02/25.
- NMX-F-192-SCFI-2014 Café verde - Determinación del contenido de humedad - Método de referencia básico. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2015/01/21.

NOM-149-SCFI-2001; los productores de café que estén interesados en certificar su café bajo alguna modalidad de denominación de origen deberán apegarse a lo establecido en esta norma considerando como punto principal la altitud sobre el nivel del mar.

NOM-037-FITO-1995, por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1997/04/23.

NOM082-SGA-FITO/SSA-2017, que establece los lineamientos técnicos y procedimientos para la autorización de límites máximos de residuos de plaguicidas químicos de uso agrícola con fines de registro y uso.

NMX-F-013-SCFI-2000, Café puro tostado, en grano o molido sin descafeinar o descafeinado - Especificaciones y métodos de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2000/08/28.

NMX-F-083-SCFI-1996, Alimentos - Determinación de humedad en productos alimenticios. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1986/07/14.

NMX-B-231-1990, Cribas para clasificación de materiales granulares. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1991/01/09.

NMX-F-551-SCFI-1996, Café verde - Especificaciones y métodos de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1997/04/11.

NMX-Z-012/1,2,3-1987, Muestreo para la inspección por atributos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1987/10/28.

En el caso del manejo y control de plagas dentro del cultivo del café, existen al menos dos normas oficiales mexicanas enfocadas en el control de la broca del café (Hypothenemus hampei) publicadas en 1995 y 2001, respectivamente, que a continuación se enlistan:

1. NOM-002-FITO-1995, que estableció como obligatorios la confinación y erradicación de focos de infestación.

2. NOM-002-FITO-2000, que establece todas las medidas antes mencionadas para controlar las infestaciones por debajo del umbral económico (< 3 % de infestación).

Conservación de semillas

La conservación de semillas en el proyecto está a cargo del Banco de Semillas FESI-UNAM y la Reserva de Semillas (RESEM) de Pronatura Veracruz A. C. La actividad se centró en especies silvestres y nativas, principalmente bajo alguna

Glosario

Barocoria. Dispersión de frutos y semillas por medio de la gravedad.

Calentamiento global. Incremento de la temperatura del planeta como consecuencia de la acción de los seres humanos, en particular de la emisión de gases de efecto invernadero.

Cambio climático. Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. Se debe tener en cuenta que la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en su artículo 1, define cambio climático como: «un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables». La CMCC distingue entre «cambio climático» atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y «variabilidad climática» atribuida a causas naturales.

Casa semillera. Estructura que permite un mayor control de temperatura, humedad y luz. Se puede construir con materiales disponibles y cubrir con plástico tipo invernadero o malla sombra.

Ciclo del carbono. Término utilizado para describir el flujo de carbono (en varias formas, por ejemplo, el dióxido de carbono) a través de la atmósfera, océanos, biosfera terrestre y litosfera.

Efecto invernadero. Los gases de efecto invernadero absorben la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a los mismos gases y por las nubes. La radiación atmosférica se emite en todos los sentidos, incluso hacia la superficie terrestre. Los gases de efecto invernadero atrapan el calor dentro del sistema de la troposfera terrestre. A esto se le denomina «efecto invernadero natural». La radiación atmosférica se vincula en gran medida a la temperatura del nivel al que se emite. En la troposfera, la temperatura disminuye generalmente con la altura. En efecto, la radiación infrarroja emitida al espacio se origina en altitud con una temperatura con una media de -19 ˚C, en equilibrio con la radiación solar neta de entrada, mientras que la superficie terrestre tiene una temperatura media mucho mayor de unos +14 ˚C. Un aumento en la concentración de gases de efecto invernadero produce un aumento de la opacidad infrarroja de la atmósfera y, por lo tanto, una radiación efectiva en el espacio desde una altitud mayor a una temperatura más baja. Esto causa un forzamiento radiactivo, un desequilibrio que solo puede ser compensado con un aumento de la temperatura del sistema superficie troposfera. Esto se denomina «efecto invernadero aumentado».

Fotosíntesis. Proceso por el que las plantas absorben dióxido de carbono (CO_2) del aire (o bicarbonato del agua) para producir carbohidratos, emitiendo oxígeno (O_2) en el proceso. Existen varias vías para la fotosíntesis con diferentes respuestas a las concentraciones atmosféricas de CO_2.

Gases de efecto invernadero. Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) y ozono (O_3) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Asimismo, existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero producidos en su totalidad por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el Protocolo de Montreal. Además del CO_2, N_2O y CH_4, el Protocolo de Kioto aborda otros gases de efecto invernadero, como el hexafluoruro de azufre (SF6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

Heliófilo. Ser vivo que requiere sol directo para su desarrollo.

Mirmecófilo. Ser vivo que vive asociado con las hormigas.

Ortodoxa (semilla). Semillas que pueden secarse hasta un contenido de humedad bajo de alrededor del 5 % (peso en húmedo) y almacenarse perfectamente a temperaturas bajas o inferiores a 0 °C durante largos períodos.

Recalcitrante (semilla). Semillas que no pueden sobrevivir si se secan más allá de un contenido de humedad relativamente alto (con frecuencia en el intervalo entre 20 y 50 %, peso en húmedo) y que no toleran el almacenamiento durante largos periodos.

Resiliencia climática. Habilidad de un sistema para absorber perturbaciones o la rapidez para recobrarse de disturbios climáticos; en una aplicación del término, se crea la resiliencia social como la habilidad de las comunidades para mantener la estructura social ante impactos externos.

Sistemas agroforestales. La agroforestería es parte fundamental del proceso integral de la conservación y mejoramiento del suelo. Es una estrategia que tiene como objetivo reforzar y establecer la sostenibilidad en las fincas de los agricultores mediante la promoción de la diversificación productiva y capacitación en el manejo de sistemas estratificados; mejorar y mantener todo tipo de agricultura; aumentar los niveles de materia orgánica del suelo, fijación del nitrógeno atmosférico, reciclaje de nutrientes y modificación del microclima dentro del cultivo; y optimizar la productividad del sistema mediante la producción sostenible, entre otras. Un sistema agroforestal es un ejemplo específico de una práctica local caracterizada por el ambiente que la delimita, las especies de plantas y sus arreglos (que hacen un papel de componentes e interactúan), y los insumos y productos que utiliza y genera.

Tricoma; también pelos vegetales. Apéndices de la epidermis de las plantas. Las funciones que desempeñan son variadas: absorción de agua, regulación de la temperatura, dispersión de semillas y frutos, protección contra agentes abrasivos y percepción de estímulos. Los tricomas glandulares, además, eliminan compuestos pegajosos que atrapan a los insectos o sustancias tóxicas que los irritan, matan o modifican su comportamiento.

Zoocoria. Distribución de las semillas o esporas mediante animales.

Referencias

Acosta-Hernández, C. C., & Ortiz-Muñoz, E. (2019). Biología y silvicultura del cedro-nogal (*Juglans pyriformis*) para su conservación en México.

Betemariyam, M., Negash, M., & Worku, A. (2020). Comparative analysis of carbon stocks in home garden and adjacent coffee based agroforestry systems in Ethiopia. Small-Scale Forestry, 19, 319–334. https://doi.org/10.1007/s11842-020-09439-4

Black, M., & Pritchard, H. W. (2002). Desiccation and survival in plants drying without dying. Cabi.

Bonjovani, M. R., & Barbedo, C. J. (2014). Induction of tolerance to desiccation and to subzero temperatures in embryos of recalcitrant seeds of inga. Journal of Seed Science, 36, 419-426.

Castañeda-Vildózola, A., Del Angel-Coronel, O. A., Cruz-Castillo, J. G., & Váldez-Carrasco, J. (2009) *Persea schiedeana* (Lauraceae), nuevo Hospedero de Heilipus lauri Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Veracruz, México. Neotropical Entomology, 38(6), 871–872. https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000600024

Castellanos-Castro, C., & Bonfil, C. (2013). Propagation of three *Bursera* species from cuttings. Botanical Sciences, 91(2), 217-224.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. (2015). Informe técnico final del proyecto Sensibilidad y adaptación del café al cambio climático en Centroamérica: CafAdapt. Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), CATIE-Costa Rica, CIAT– Colombia, UNA-Nicaragua, ICAFE–Costa Rica. https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2010/01/1027-_-INFOTEC-FINAL.pdf

Chaves-Salinas, S. L., & Hurtado-Imbachí, L. M. (2019). Fichas de especies nativas Jardín Botánico de Popayán. http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/1592/FICHAS%20DE%20ESPECIES%20NATIVAS%20JBP%20%282%29. pdf?sequence=2&isAllowed=y

Cordero, J., & Boshier, D. (2004). Árboles de Centroamérica: un Manual Para Extensionistas. Editorial CATIE. https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9730

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] & Consejo Agropecuario Centroamericano del Sistema de la Integración Centroamericano [CAC/SICA]. (2014). Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica (LC/MEX/L.1169). CEPAL-ONU. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37456/1/S1421045_es.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2023. EncicloVida. CONABIO. México, consultado en octubre de 2023. https://enciclovida.mx/

Conabio, *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (1890), Garden & Forest 3: 260. 1890

Conabio, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. (1822), Nova Genera et Species Plantarum 5: 149. 1822

Conabio, *Cecropia obtusifolia* Bertol. (1840), Novi Commentarii Academiae Scientiarum Instituti Bononiensis 4: 439. 1840.

Conafor, *Bursera simaruba* (L.) Sarg., SIRE-Paquetes tecnológicos. http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/894Bursera%20simaruba.pdf

Cortés Gabaudan, F. (2009). Dicciomed: diccionario médico-biológico, histórico y etimológico. Revista de Medicina, Lenguaje y Traducción, 10(29), 88-92.

Cruz-Castillo, J. G., Ángel-Coronel, O. A. D., Cruz-Medina, J. D. L., & Joaquín-Martínez, M. C. (2007). Características morfológicas y bioquímicas del chinene (*Persea schiedeana* Nees.) Revista Chapingo Serie Horticultura, 13(2), 141–147. https://www.redalyc.org/pdf/609/60913280005.pdf

Cruz Márquez, U., López Binnqüist, C., & Negreros Castillo, P. (2011). Una especie multiusos del trópico mexicano *Trema micrantha* (L.) Blume. Ciencias, 101(101). https://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/26579

Cunill, J., Ramírez, D., Reyes-Trejo, B., Zuleta-Prada, H., Villa-Garcia, M., Salcido, G., & Escobar, I. (2016). Capacidad antioxidante de las hojas de Jonote (*Heliocarpus Appendiculatus* Turcz) dentro de su función como forraje alternativo en un sistema agroforestal. En F. Rérez, E. Figueroa, L. Godínez, J. Quiroz & R. García (Eds.), Química, Biología y Agronomía (pp. 1-6). ECORFAN. https:// www.ecorfan.org/handbooks/Handbook_Quimica_Biologia_y_Agronomia_T1V1/Particiones/1.pdf

Cunill-Flores, J. M., & Guerra-Ramírez, D. (2014). Presencia, Ecología y Gestión del Jonote (*Heliocarpus Appendiculatus* Turcz) dentro de Sistemas Agroforestales en Ecatlán, Municipio de Jonotla, Puebla, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 17: Summaries XLI AMPA-VII SASYP, Mérida, Yucatán, México.

Economic Botany Data Standard, Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew.

Espinoza-Domínguez, W., Krishnamurthy, L., Vázquez-Alarcón, A., & Torres-Rivera, A. (2012). Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, 18(1), 5 7-70. https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.04.030

Estrada, A., Coates-Estrada, R., & Vazquez-Yanes, C. (1984). Observations on fruiting and dispersers of *Cecropia obtusifolia* at Los Tuxtlas, Mexico. Biotropica, 16(4), 315-318.

Farfán, F. F. (2014). Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café. FNC-Cenicafé. https://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforester%C3%ADa_y_sistemas_agroforestales_con_caf%C3%A9.pdf

Fehling-Fraser, T. C., & Ceccon, E. (2015). Macropropagation of *Erythrina americana* in a greenhouse: a potential tool for seasonally dry tropical forest restoration. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, 21(1), 5-16.

Fischersworring, B., Schmidt, G., Linne K., Pringle, P., & Baker, P. (2016). La adaptación al cambio climático en la producción de café. Una guía paso a paso para apoyar a los productores de café en la adaptación al cambio climático. Iniciativa café y clima. https://toolbox.coffeeandclimate.org/wp-content/uploads/cc-step-by-step-guide-for-climate-change-adaptation-in-coffee-production_SPANISH.pd

Forero, E., & Romero, C. (Eds.). (2005). Estudios en leguminosas colombianas. Academia Colombiana de Ciencias exactas, físicas y naturales https://www.accefyn.com/PubliAcad/Leguminosas/LEGUMINOSAS%201.pdf

Francis, J. K. (2000). *Bursera simaruba* (L.) Sarg. Almácigo, gumbo limbo. Bioecologıa de arboles nativos y exó ticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. General Technical Report IITF-115. USDA Forest Service International Institute of Tropical Forestry, Rıo Piedras, PR, 91-95.

Gallegos-García, A. J., Lobato-García, C. E., González-Cortazar, M., Herrera-Ruiz, M., Zamilpa, A., Álvarez-Fitz, P., ... & Gómez-Rivera, A. (2022). Preliminary Phytochemical Profile and Bioactivity of *Inga jinicuil* Schltdl & Cham. ex G. Don. Plants, 11(6), 794

García, J. M. P., & Islas, C. G. R. (Eds.). (2018). Recursos arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable. Universidad de Colima.

García-Mateos, R., Soto-Hernández, M., & Vibrans, H. (2001). *Erythrina americana* Miller ("Colorín"; Fabaceae), a versatile resource from Mexico: a review. Economic Botany, 55, 391–400. https://doi.org/10.1007/BF0286656

Gil, P. D. J. P., Vásquez, G. E., Cruz, C. Y. L., Nápoles, J. R., & Arce-Cervantes, O. (2023). Daño en semillas de *Erythrina americana* Mill., (Leguminosae: Faboideae: Erythrininae) por el brúquido *Specularius impressithorax* (Pic, 1932) (Coleoptera: Bruchidae) y su efecto en la germinación. Acta zoológica mexicana, 39, 3.

Gobierno del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. (2005). Programa Veracruzano de las mujeres 2005-2010. http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2012/01/tf07-pe-pvd-mujeres.pdf

Gold, K., & Hay, F. (2008). Identifying desiccation-sensitive seeds. Technical information sheet, 10.

Gómez, R., Fermán, R. E., Hernández, L., & Sermeño, J. M. (2008). Guía ilustrada de insectos asociados al árbol de nance (*Byrsonima crassifolia* L.) en los Municipios de La Palma, Departamento de Chalatenango y Quezaltepeque, Departamento de La Libertad, El Salvador, CA.

González-Espinosa, M., Meave, J., Marcial, N., Toledo-Aceves, T., Lorea-Hernández, F., & Ibarra-Manríquez, G. (2012). Los bosques de niebla de México: Conservación y restauración de su componente arbóreo. Ecosistemas, 21 (1-2), 36–54. https://www.revistae- cosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/26

Guadarrama, H. A. R., Trejo, J. F. G., Cruz, R. G., & Pérez, A. A. F. (2019). Efecto del método de escarificación sobre el porcentaje de germinación en semillas (*Erythrina americana* Miller). Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología, 2(3), 12-21.

Gutiérrez Uribe, A. M. (2003). Propagación del burío (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.) por semillas, estacas y acodos.

Henao-Londoño, A. I. (2022). Identificación de especies arbóreas para la remoción de contaminantes y la captura de carbono en el Valle de Aburrá. [Trabajo de grado para optar al título de Ingenieras Ambientales]. Universidad EIA Ingeniería ambiental Envigado.

Hermida Rosales, C. H. (23 de octubre de 2018). Café de Veracruz, el de mayor calidad en el país. Universo, sistema de noticias de la UV. https://www.uv.mx/prensa/%20reportaje/cafe-de-veracruz-el-de-mayor-calidad-en-el-pais/#:~:text=Caf%C3%A9%20en%20Veracruz&text=Aroma%20de%20la%20biodiversida-%20d%2C%20de,etnias%20n%C3-%A1huatl%2C%20totonaca%20y%20popoluca

Hernández-López, A., Cruz-Hernández, M., Guerra-Ramírez, D., Cunill, J. M., Guerra-Ramírez, P., Cabrera, F. R., ... & Avila-Alejandre, A. X. (2019). Estudio de la actividad antioxidante, antimicrobiana y toxicidad de tres extractos de *Heliocarpus appendiculatus* Turcz (malvaceae). Acta Agrícola y Pecuaria, 5(1).

Hernández-Rodríguez, Z. G., Castro-Moreno, M., González-Esquinca, A. R., & de-la-Cruz-Chacón, I. (2021). Fenología de *Bursera simaruba* y *Bursera tomentosa* en un bosque tropical seco de Chiapas, México. Madera y bosques, 27(3).

Hernández Vásquez, E., Campos Ángeles, G. V., Enríquez del Valle, J. R., Rodríguez-Ortiz, G., & Velasco Velasco, V. A. (2012). Captura de carbono por *Inga jinicuil* Schltdl: En un sistema agroforestal de café bajo sombra. Revista mexicana de ciencias forestales, 3(9), 11-21.

Jaimes Albíter, C., García de los Santos, G., Carballo Carballo, A., Calderón Zavala, G., Jaimes Albíter, F., & Cuevas Sánchez, J. A. (2014). Tolerancia a la desecación en semillas de nanche (*Byrsonima crassifolia* L.) Kunth. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 5(5), 819-831.

Kopp, L. E. (1966). A taxonomic revision of the genus Persea in the Western Hemisphere (Perseae-Lauraceae). Mem. New York Bot. Gard., 14: 1–117.

Koptur, S. (1983). Flowering phenology and floral biology of Inga (Fabaceae: Mimosoideae). Systematic Botany, 354-368.

LaPierre, L. M. (2001). Vegetative propagation of *Cecropia obtusifolia* (Cecropiaceae). Revista de Biología Tropical, 49(3-4), 973-976

Lascurain, M., Avendaño, S., del Amo S., & Niembro, A. (2010). Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz. Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, Conafor-Conacyt. http://www1.inecol.edu.mx/inecol/ documentos/frutos_silvestres_comestibles.pdf

Maldonado Peralta, M. D. L. Á., Garcia De Los Santos, G., García Nava, J. R., & Rojas García, A. R. (2017). Propagación vegetativa de nanche Malpighia mexicana y *Byrsonima crassifolia*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(3), 611-619.

Mahecha-Vega, G. E., Ovalle-Escobar, A., Camelo-Salamanca, D., Rozo-Fernández, A., & Barrero-Barrero, D. (2012). Vegetación del territorio CAR: 450 especies de sus llanuras y montañas (2da. ed.). Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR.

Manson, R. H., Mehltreter, K., Gallina, S., & Hernández, V. (Eds). (2008). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. INE-INECOL. https://inecol.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1005/162/1/1245_2008-10121.pdf

Martínez-Gauna, C. (2021). Estimación del contenido de carbono en la selva mediana perennifolia en Tízimin, Yucatán, México. [Tesis de maestría en ciencias forestales]. Universidad autónoma de Nuevo León, Facultad de ciencias forestales.

Martínez Orea, Y., Castillo Argüero, S., & Guadarrama Chávez, P. (2009). La dispersión de frutos y semillas y la dinámica de comunidades. Ciencias, 96, 38-41. https://www.revistacienciasunam.com/pt/97-revistas/revista-ciencias-96/532-la-dispersion-de-frutos-y-semillas-y-la-dinamica-de-comunidades.html

Medina-Torres, R., Juárez-López, P., Salazar-García, S., & Valdivia-Bernal, R. (2013). Estudio de las principales plagas del nanche [*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK] en Nayarit, México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4(3), 423-433.

Nestel, D. (1995). Coffee in Mexico: international market, agricultural landscape and ecology. Ecological Economics, 15(2), 165–178. https://doi.org/10.1016/0921-8009(95)00041-0

Niembro Rocas, A., Vázquez Torres, M., & Sánchez Sánchez, O. (2010). Árboles de Veracruz: 100 especies para la reforestación estratégica. Comisión Organizadora del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. https://www.sev.gob.mx/servicios/publicaciones/colec_veracruzsigloXXI/ArbolesVeracruz100especies.pdf

NYBG Steere herbarium. (3 de octubre 2023). *Persea longipes* (Schltdl.) Meisn. https://sweetgum.nybg.org/science/world-flora/monographs-details/?irn=26901

Ortiz Muñoz, E., Acosta Hernández, C. C., Linares Márquez, P., Morales Romero, Z., & Rebolledo Camacho, V. (2016). *Juglans pyriformis* Liebm. seed tree selection in natural populations of Coatepec and Coacoatzintla, Veracruz. Revista mexicana de ciencias forestales, 7(38), 43-58.

Orwa C, A Mutua, Kindt R, Jamnadass R, S Anthony. 2009 Agroforestree Database:a tree reference and selection guide version 4.0 http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp.

Palma-García, J. M., & González-Rebeles, C. (Comp.). (2018). Recursos arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable. Universidad de Colima. http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/Recursos-arboreos-y-arbustivos-tropicales_462.pdf

Paz Paredes, L. (2018). Mujeres del cafetal en la región central de Veracruz. Argumentos. Estudios Críticos De La Sociedad, (86), 229-252. https://argumentos.xoc.uam.mx/index.php/argumentos/article/view/12

Peeters, L. Y., Soto-Pinto, L., Perales, H., Montoya, G., & Ishiki, M. (2003). Coffee production, timber, and firewood in traditional and *Inga*-shaded plantations in Southern Mexico. Agriculture, ecosystems & environment, 95(2-3), 481-493.

Pennington, T. D. (1997). The genus *Inga* Botany. Royal Botanic Gardens, Kew. Pennington, T. D., & Fernandes E. C. M. (Eds.). (1998). The genus *Inga* Utilization. Royal Botanic Gardens, Kew.

Pennington, T. D., & Fernandes E. C. M. (Eds.). (1998). The genus *Inga* Utilization. Royal Botanic Gardens, Kew.

Peralta, M. D. L. Á., Nava, J. R. G., Santos, G. G. D. L., García, A. R. R., & Salado, N. T. (2017). Reguladores del crecimiento y sustratos en la propagación vegetativa de Nanche (*Malpighia mexicana* A. Juss. y *Byrsonima crassifolia* (L) HBK). Revista Brasileira de Fruticultura, 39, e-700.

Pereira, L. C., Mayrinck, R. C., Zambon, C. R., José, A. C., & Faria, J. M. (2020). Storage of short-lived seeds of *Inga vera* subsp. affinis in osmotic medium. Seed Science Research, 30(2), 156-160.

Pérez-Calix, E. (2009). Fascículo 160: Tiliaceae. En J. Rzedowski & G. Calderón de Rzedowski (Eds.), Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán. http://inecolbajio.inecol.mx/floradelbajio/documentos/fasciculos/ordinarios/Tiliaceae%20160.pdf

Pozos, A. M. G., Cruz, E. C., & Cordova, C. A. M. (2013). Germinación de semillas de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 4(20), 82-89.

Pritchard, H. W., Haye, A. J., Wright, W. J., & Steadman, K. J. (1995). A comparative study of seed viability in Inga species: desiccation tolerance in relation to the physical characteristics and chemical composition of the embryo. Seed Science and Technology, 23(1), 85-100.

Real Academia Española. (s.f.). Calentamiento global. En Diccionario panhispánico del español jurídico. Recuperado el 16 de marzo de 2023, de https://dpej.rae.es/lema/calentamiento-Global

Red de herbarios del noroeste de México. (octubre 2023). *Beilschmiedia mexicana* (Mez) Kosterm. https://www.herbanwmex.net/portal/collections/list.php?usethes=1&taxa=127128

Renaud-Basso, O. (8 de marzo de 2021). Why gender has to be at the heart of the agenda for green. European bank for reconstruction and development. https://www.ebrd.com/news/2021/why-gender-has-to-be-at-the-heart-of-the-agenda-for-green.html

Rojas-Sandoval J. (2018), *Heliocarpus donnellsmithii* Rose, CABI Compendium, https://doi.org/10.1079/cabicompendium.26615.

Romero, C. (2005). Revisión de las especies colombianas de *Inga* sección *Pseudinga*. En E. Forero & C. Romero (Eds.), Estudios en Leguminosas colombianas (pp. 175-414). Editorial Guadalupe.

Ruiz-Montoyal, L., López-López, M. Z., Lorenzo, C., García-Bautista, M., & Ramírez-Marcial, N. (2021). Variación genética de cuatro especies de árboles tropicales de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. Acta botánica mexicana, (128), e1847. https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1847

Santiago-Vera, T. D. J., García-Millán, M. A., & Michael-Rosset, P. (2018). Enfoques de la resiliencia ante el cambio climático. Agricultura, sociedad y desarrollo, 15(4), 531-539. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722018000400531&lng=es&tlng=es

SEINet. (3 de octubre 2023). *Persea longipes* (*Laurus longipes*) Meisn. https://swbiodiversity.org/seinet/collections/list.php?usethes=1&taxa=132028

Singh, G., Sahare, H., & Deep, M. (2019). Recent Trends in Guava Propagation–A Review. Biosciences Biotechnology Research Asia, 16(1), 143-154.

Sriram, V. (2018). Achieving Gender Equality and Women's Empowerment in Smallholder Adaptation: Lessons from IFAD's Adaptation in Smallholder Agriculture Programme. CCAFS Info Note. Wageningen, the Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/91537/InfoNote_GenderS- mallholderAdaptation.pdf

Soto-Pinto, L., & Aguirre-Dávila, C. M. (2015). Carbon stocks in Organic Coffee Systems in Chiapas, Mexico. Journal of Agricultural Science, 7(1): 117–128. https://doi.org/10.5539/jas.v7n1p117

Sousa, S. M. (1993). El género *Inga* (Leguminosae: Mimosoideae) del sur de México y Centroamérica, estudio previo para la flora Mesoamericana. Annals of the Missouri Botanical Garden, 80(1), 223-269. https://doi.org/10.2307/2399826

Téllez-Valdés, O., Mattana, E., Diazgranados, M., Kühn, N., Castillo Lorenzo, E., Lira, R., Montes-Leyva, L., Rodríguez, I., Flores-Ortiz, C., Way, M., Dávila, P., & Ulian, T. (2020). Native trees of Mexico: diversity, distribution, uses and conservation. PeerJ, 8, e9898. https://doi.org/10.7717/peerj.9898

Torres, L. J. (2003). Tratamientos para acelerar la germinacion del nance (*Byrsonima crassifolia* L.) en vivero (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agricola Panamericana, 2016).

Valera, V. & Carvaja, N. (2014). Valoración económica del secuestro de carbono en un sector del Parque Nacional Waraira Repano (Caracas, Venezuela). Anales de la Universidad Metropolitana, 14 (2): 241-264.

Van der Werff, H. & Lorea, F. (1997) Fascículo 56: Laureceae en Rzedowski, J. (Ed.), Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, Pátzcuaro, Michoacán. México.

Vargas Simón, G. (2018). *Inga jinicuil* Schild. Árbol Multiuso. DOI: 10.19136/book.13

Vázquez Torres, M., Campos Jiménez, J., & Juárez Fragoso, M. (2017). Árboles tropicales de Veracruz. Universidad Veracruzana. https://libros.uv.mx/index.php/UV/catalog/view/QC016/324/851-1

Van der Werff, H. & Lorea, F. (1997) Fascículo 56: Laureceae en Rzedowski, J. (Ed.), Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, Pátzcuaro, Michoacán. México.

Vázquez-Yanes, C., & Orozco-Segovia, A. (1982). Seed germination of a tropical rain forest pioneer tree (*Heliocarpus donnell-smithii*) in response to diurnal fluctuation of temperature. Physiologia plantarum, 56(3), 295-298.

Watson, R. T. (Ed.). (2003). Cambio climático 2001: Informe de síntesis. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, OMM-PNUMA. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/TAR_syrfull_es.pdf

Willan, R. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos. FAO. http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s00.htm

Zaro, G. C., Caramori, P. H., Yada Junior, G. M., Sanquetta, C. R., Androcioli Filho, A., Nunes, A. L. P., Prete, C. E. C., & Voroney, P. (2020). Carbon sequestration in an agroforestry system of coffee with rubber trees compared to open-grown coffee in southern Brazil. Agroforestry Systems, 94, 799–809. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)08005-3

Información de contacto

Real Jardín Botánico de Kew/Royal Botanic Gardens, Kew

- Dra. Tiziana Ulian
  Líder de investigación Senior, Uso Sostenible, Semillas y Soluciones (SUSS)
  Dirección: Wellcome Trust Millennium Building, Wakehurst, Ardingly, West Sussex, RH17 6TN, U.K.
  Teléfono: +44 (0) 7747010652
  Correo: t.ulian@kew.org

- Biól. Michael Way
  Coordinador (Américas), Alianza del Banco de Semillas del Milenio
  Dirección: Wellcome Trust Millennium Building, Wakehurst, Ardingly, West Sussex, RH17 6TN, U.K.
  Correo: m.way@kew.org

Secretaría General, UNAM

- Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda
  Secretaria General
  Dirección: Torre de Rectoría, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, C. P. 04510
  Teléfono: +52 (55) 56221230
  Correo: pdavilaa@unam.mx

Banco de Semillas FESI-UNAM

- Dra. Isela Rodríguez Arévalo
  Directora
  Dirección: Av. de los Barrios #1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Col. Los Reyes Iztacala, Estado de México, C. P. 54090
  Teléfono: 555 6321237
  Correo: iselara@unam.mx

Laboratorio de Fisiología Vegetal, FESI-UNAM

- Dr. Cesar Mateo Flores Ortiz
  Responsable del laboratorio, FES Iztacala, UNAM
  Dirección: Av. de los Barrios #1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, C. P. 54090
  Correo: cmflores@unam.mx

Pronatura Veracruz A. C.

- M. en C. Elisa Peresbarbosa Rojas
  Directora general
  Dirección: Ignacio Zaragoza #153, Colonia Centro, C. P. 91500
  Teléfono: 228 1 865548, 1 865651
  Correo: direccion@pronaturaveracruz.org

- Dra. Gabina Sol Quintas
  Responsable Proyecto UKPACT
  Dirección: Ignacio Zaragoza #153, Colonia Centro, C. P. 91500
  Correo: gquintas@pronaturaveracruz.org

Reserva de Semillas (RESEM), Pronatura Veracruz A. C.

- Biól. Ángela Viviana Rojas Rojas
  Responsable de la Reserva de Semillas
  Dirección: Ignacio Zaragoza #153, Coatepec, Veracruz, C. P. 91500
  Teléfono: 228 1 865548, 1 865651
  Correo: arojas@pronaturaveracruz.org

Vivero Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), Pronatura Veracruz A. C.

- Biól. Lucero García Miranda
  Jefa de Vivero Bosque Mesófilo de Montaña
  Dirección: Camino a Rancho Viejo #42, San Andrés Tlalnelhuayocan, Veracruz, C. P. 91607
  Teléfono: 228 1 865548, 228 1 865651
  Correo: lgarcia@pronaturaveracruz.org

Un proyecto de

Royal Botanic Gardens Kew

Facultad de Estudios Superiores IZTACALA

En colaboración con

pro natura veracruz, A.C.

INECOL Instituto de Ecología, A.C.

Financiado por

MEXICO UK PACT

Kew Gardens
@KewGardens
@KewScience
@Royal Botanic Gardens, Kew

FES Iztacala
@iztacala.unam.mx
@fesi_unam
@FESI_UNAM
@Facultad de Estudios Superiores Iztalaca

Pronatura Veracruz. A. C.
@PronaturaVeracruz
@pronatura_veracruz
@Pronatura_Ver
@Pronatura Veracruz A. C.

INECOL
@inecolxalapa
@institutodeecologia
@Inecol_mx
@INECOLElInstitutodeEcologia

¿Quieres saber más?

pronaturaveracruz.org/capturacarbono/