



Teresa Alfaro Reyna
Mario Saturnino Durán Castillo
Xavier García Cuevas
Josué Delgado Balbuena
Caribell Yuridia López
Fernando Arellano Martín

Árboles Multipropósito

DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN DE
IMPORTANCIA AGROFORESTAL



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



CONAFOR
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

INIFAP
INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIONES FORESTALES,
AGRICOLAS Y PISCICOLAS

Árboles Multipropósito

DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN DE
IMPORTANCIA AGROFORESTAL

Directorio

María Luisa Albores González
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Luis Meneses Murillo
Director General de la Comisión Nacional Forestal

Ernesto Ladrón de Guevara Alafita
Coordinador General de Desarrollo institucional y Proyectos Especiales

Pedro Antonio Plateros Gastelum
Coordinador General de Producción y Productividad

Eduardo Vargas Pérez
Coordinador General de Conservación y Restauración

Jorge David Fernández Medina
Coordinador General de Planeación e Información

David Cabrera Hermosillo
Coordinador General Jurídico

Alma Guadalupe Godoy Ramos
Titular de la Unidad de Administración y Finanzas

Carlos Manuel Pérez Medina
Titular de la Unidad de Asuntos Internacionales y Fomento Financiero

Martha Patricia Alonso
Titular de la Unidad de Vinculación y Género

Mauricio Mendoza Briseño
Titular de la Unidad de Operación Regional

Martha Patricia Alonso Ramírez
Titular de la Unidad de Vinculación y Género

Gloria Bárbara Baltazar Mendoza
Titular de la Unidad de Educación y Desarrollo Tecnológico

Jesús Hernández Demuner
Coordinación en la Ciudad de México

Árboles Multipropósito

DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN DE
IMPORTANCIA AGROFORESTAL

Primera edición: 2023

D.R.© 2023

ISBN: Versión digital: 978-607-8383-39-9

ISBN Versión impresa: 978-607-8383-40-5

Impreso en México – *Printed in Mexico*

Derechos Reservados©: Esta obra o sus partes pueden ser reproducidas, almacenadas en sistemas de información, transmitidas o traducidas para fines no lucrativos, siempre que se otorguen los créditos correspondientes y se incluya la cita.

Forma de citar este libro:

Alfaro Reyna, T., Saturnino Duran, M., García Cuevas, X., Delgado Balbuena, J., Yuridia López, C. y F. Arellano Martín. 2022. Árboles multipropósito de la península de Yucatán de importancia agroforestal. CONAFOR. México. 133 p.

Esta publicación es parte de los productos generados en el proyecto: “Fortalecimiento del Jardín Etnobiológico San Felipe Bacalar”, apoyado por el fondo FORDECYT-PRONACES y la Comisión Nacional Forestal.

Co-edición Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Los autores son responsables del contenido de la obra.

Revisión CONAFOR:

Gerencia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología

Zapopan, Jalisco, México

Autores

Dra. Teresa Alfaro Reyna

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Agricultura Familiar, Ojuelos de Jalisco, Jalisco.
alfaro.teresa@gmail.com

Dr. Mario Saturnino Durán Castillo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Campo Experimental Chetumal, Xul-ha, Quintana Roo.
mfcopcastillo@gmail.com

M.C. Xavier García Cuevas

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Campo Experimental Chetumal, Xul-ha, Quintana Roo.
garcia.xavier@inifap.gob.mx

Dr. Josué Delgado Balbuena

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Agricultura Familiar, Ojuelos de Jalisco, Jalisco.
delgado.josue@inifap.gob.mx

M.C. Caribell Yuridia López

Instituto Tecnológico de Chetumal - Departamento de Biología
cylopez@chetumal.tecnm.mx

M.C. Fernando Arellano Martín

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Campo Experimental Chetumal, Xul-ha, Quintana Roo.
arellano.fernando@inifap.gob.mx

Presentación

Esta publicación tiene como objetivo difundir información básica sobre los árboles tropicales comúnmente utilizados en la península de Yucatán. Las particularidades climáticas, edáficas y culturales de esta región, se deben a su naturaleza cárstica, que propicia una amplia heterogeneidad ambiental a escala fina (decenas o cientos de metros) en factores tales como topografía, tipo de suelo y disponibilidad de agua. Esa heterogeneidad, a su vez, favorece el establecimiento de diversas especies arbóreas, algunas de las cuales son endémicas de la península.

Además, en la península floreció la milenaria cultura maya, desde hace por lo menos 3,000 años, conocida por su observación minuciosa de la naturaleza. A partir de sus observaciones sobre la estacionalidad en la producción de hojas, flores, frutos y semillas, y la forma en que el clima modificaba esa estacionalidad; los mayas fueron capaces de aprovechar distintas especies para diferentes usos. Algunos de esos usos se conservan aún entre los mayas actuales, ahora mestizos por el encuentro entre el nuevo y el viejo mundo. Sin embargo, el conocimiento de esos usos corre el riesgo de perderse, pues, dado su carácter empírico, su transferencia se realiza de forma oral de una generación a otra. Lamentablemente, con el auge de la tecnología, los descendientes de la cultura maya a menudo, ya no tienen interés en preservar el conocimiento sobre la naturaleza acumulado por siglos mediante la observación, e incluso miran con desdén la lengua de sus ancestros.

Por consiguiente, esta publicación representa un esfuerzo por preservar los múltiples usos de las especies arbóreas de la península de Yucatán. Para ello, se presentan notas breves sobre taxonomía, nomenclatura científica, distribución, descripción botánica y fenológica, así como desde luego, sus usos. Estas notas van acompañadas de bibliografía seleccionada e ilustraciones semi-diagramáticas de los modelos arquitectónicos de las especies. La información de la distribución (mapas) y densidad por tipo de vegetación, se generó a partir de la información del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) realizada por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Las fotografías de árboles y maderas se tomaron en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Quintana Roo, y en el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología Forestal (CITTFOR) “El Tormento”, a cargo de la CONAFOR, en Escárcega, Campeche.

Contenido

Capítulo 1. Uso tradicional de los ecosistemas tropicales	13
Sistemas agroforestales	14
Sistemas agroforestales tradicionales	15
Sistemas agroforestales modernos	16
Clasificación de los sistemas agroforestales	17
Los árboles de uso múltiple	21
Capítulo 2. Modelos arquitectónicos	24
Modelo de Aubréville	27
Modelo de Champagnat	27
Modelo de Fagerlind	28
Modelo de Leeuwenberg	28
Modelo de Massart	29
Modelo de Rauh	29
Modelo de Roux	30
Modelo de Scarrone	30
Modelo de Troll	31
Capítulo 3. Descripción de las especies	32
ANACARDIACEAE	33
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	34
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	37
<i>Spondias mombin</i> L.	40
BIGNONIACEAE	43
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	44

BORAGINACEAE	47
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	48
<i>Cordia dodecandra</i> DC.	51
BURSERACEAE	54
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	55
FABACEAE	59
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	60
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	64
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	67
<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.	71
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Standl.	74
MALVACEAE	77
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	78
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	81
MELIACEAE	84
<i>Cedrela odorata</i> L.	85
<i>Swietenia macrophylla</i> King	89
MORACEAE	93
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	94
SAPOTACEAE	98
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegee ex Standl.	99
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P Royen.	102
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	106
Literatura consultada	110

Introducción

Los recursos naturales en las selvas son muy abundantes y diversos; las poblaciones rurales que los habitan han realizado principalmente un uso tradicional de estos recursos, beneficiándose de algunos productos maderables y no maderables, como frutos, semillas, látex, tubérculos, plantas medicinales, orquídeas, fauna silvestre, aprovechamiento de la belleza escénica (paisaje) y la calidad del agua. El conocimiento local sobre las formas de manejo y uso de los recursos naturales contribuye a la conservación de la diversidad biológica y además permite generar alternativas para un sistema de gestión de los recursos más racional.

La península de Yucatán posee una gran diversidad faunística y florística; por ejemplo, más del 8% de las especies de plantas vasculares y más del 17% de mamíferos de México se encuentran en esta región geográfica (Fernández-Concha *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2010). Los habitantes mayas han hecho un uso múltiple de esta diversidad, cuya estrategia está conformada por diferentes sistemas como son la milpa y otros de tipo agrícolas, huertos familiares, selvas secundarias, selvas maduras, selvas manejadas y cuerpos de agua (García-Frapolli *et al.*, 2008). Por lo tanto, la agroforestería ha existido a través de las prácticas tradicionales de manejo de los recursos naturales desde hace siglos en esta región.

Estos agroecosistemas juegan un papel importante en la conservación, ya que albergan una alta diversidad de especies autóctonas y silvestres (Salinas, 2010). Estas a su vez generan beneficios en lo agrícola, alimenticio, energético, doméstico y ornamental (Cahuich-Campos, 2012). Sin embargo, aunque se utilizan una gran variedad de especies arbóreas, el uso variado de las distintas categorías recae sobre algunas en particular que desempeñan distintas funciones en la subsistencia de los pobladores.

Los árboles con uso múltiple o multipropósito en los sistemas agroforestales hacen una aportación significativa a las funciones de producción y de servicios, ya que estas especies generan coproductos y brindan servicios ecosistémicos, además de ser fuente de insumos como alimento, forraje, fertilizante, energía, medicina, aceite, resina, látex, semillas y material de construcción, entre otros bienes. Los usos más frecuentes son como especies melíferas (Martínez-Pérez *et al.*, 2017), forrajeras (Flores y Bautista, 2012), medicinales, cercas vivas, maderables, ornamentales, árboles de tras-

patio, de sombra, colorantes y como alimento; aprovechándose toda la planta, o solo partes como la raíz, tallo, corteza, savia, hojas, flores, fruto y/o semillas (Flores, 2002).

La selección de las especies no es aleatoria, conlleva una serie de criterios y necesidades por parte del productor que la adopta, lo cual varía según su uso como son: longevidad, periodos de floración, velocidad de crecimiento, valor nutrimental, fructificación, resistencia a plagas y enfermedades, capacidad de fijación de nitrógeno, fenología, entre otros. Otros atributos no menos importantes que son considerados de manera intrínseca por parte del productor es la arquitectura del árbol, es decir, la forma del árbol, el tamaño de la copa, la altura, la forma del fuste, como crece, como se extienden sus ramas, etc. La combinación de estos rasgos genera diferentes modelos arquitectónicos.

Estos modelos representan de manera simple el análisis de la forma de la planta y representan la forma y característica de la copa, las cuales definen la forma de crecimiento del árbol, su eficiencia de madera y la producción potencial de los cultivos asociados por efectos de sombreado.

Aunque existe un interés creciente en el uso de árboles nativos para su uso en sistemas agroforestales y en tareas de reforestación con múltiple propósito, existe poca información acerca de estos árboles, por lo que es necesario generar y difundir información sobre el manejo y aprovechamiento de especies locales de la península de Yucatán. En este sentido, este escrito es un esfuerzo para dar a conocer algunas con uso multipropósito que pueden ser integradas a un sistema agroforestal en esta región biótica.

Capítulo I

Uso tradicional de los ecosistemas tropicales

Xavier García Cuevas
Fernando Arellano Martín
Teresa Alfaro Reyna

Los bosques tropicales son ecosistemas terrestres de importancia estratégica por la gran biodiversidad que albergan. Entre las manifestaciones de esa biodiversidad, se pueden apreciar la riqueza florística y diversidad de ecosistemas, que posicionan a los bosques tropicales como grandes ofertantes de bienes y servicios ecosistémicos. Por mencionar algunos de estos, se puede aludir a la obtención de madera, leña, frutos, semillas, látex, tubérculos, plantas medicinales y ornamentales, proteína animal, regulación climática, recreación y sentido de identidad. Estos servicios ecosistémicos desempeñan un papel fundamental en la economía local y regional por: a) bien como fuentes de ingresos y b) bien como satisfactores de necesidades básicas.

En el caso de la península de Yucatán, los usos de los bosques tropicales parten del conocimiento tradicional ligado a la cultura maya. Este conocimiento se caracteriza por hacer un uso múltiple de la naturaleza a través de diferentes sistemas como la milpa o los solares (huertos familiares), pero también implica el aprovechamiento de selvas en distintas etapas de desarrollo y su relación con cuerpos de agua (García-Frapolli *et al.*, 2008). Por ejemplo, desde hace siglos, los mayas identifican la etapa de desarrollo de las selvas a partir de la estructura de la comunidad vegetal, la altura de la vegetación, la presencia de especies vegetales clave, la edad e historia de disturbio y la interacción con la fauna local, como indicadores ecológicos para el establecimiento de la milpa en relación con los procesos de la sucesión vegetal (Cruz *et al.*, 2014).

El conocimiento maya sobre el manejo y conservación de los recursos naturales, entonces, puede generar alternativas para un sistema de la gestión de recursos más racional (Cómez-Pompa, 1993). Esto se debe a que el conocimiento maya es profundo, pues no sólo se reduce al valor utilitario de las especies, sino que también incluyen experiencias sobre diversos rasgos de las plantas como las formas y funciones de las estructuras que las componen, la duración de su ciclo de vida, los comportamientos específicos ante los cambios ambientales y los cambios en los ecosistemas a través del tiempo. Por tanto, resulta útil explorar los sistemas tradicionales de aprovechamiento de los bosques tropicales y los recursos derivados de ellos para adquirir lecciones útiles que promuevan su manejo sostenible.

Sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales son unidades de producción que manejan distintos componentes forestales y agrícolas para maximizar las interacciones sociales y ecológicas dentro de un contexto ecológico, económico y cultural particular (Nair, 1989). Los componentes de un sistema agroforestal pueden ser cultivos y árboles, pastos y árboles, cultivos, pastos, árboles, y otras combinaciones, incluyendo acuacultura, apicultura y ganadería; todos estos componentes pueden establecerse simul-

tánea o secuencialmente (Wadsworth, 1997; Somarriba, 1998; Anon, 1981). Al integrar varios elementos, los sistemas agroforestales no solo producen alimentos, sino también combustibles y productos maderables. El carácter multipropósito de los sistemas agroforestales, su incorporación de un mayor número de especies – lo que se asemeja más a las condiciones naturales – y su inclusión de prácticas culturales de la población local, hacen de estos sistemas una alternativa de mayor sostenibilidad que la agricultura intensiva.

Sistemas agroforestales tradicionales

El contexto cultural es especialmente relevante para el desarrollo de los sistemas agroforestales, pues las plantas que los componen, la selección de sitios y épocas de establecimiento, así como las prácticas de manejo, se definen a partir del conocimiento tradicional producto de la interacción con la biodiversidad (Moreno–Calles *et al.*, 2013).

Dentro de las culturas mesoamericanas y con el maíz como eje principal, se desarrollaron sistemas agroforestales como las chinampas, los cacaotales de la Chontalpa en Tabasco, los solares en Puebla y Yucatán, así como la milpa maya (Moreno–Calles *et al.*, 2013). La milpa es un sistema policultivo en el que el maíz se asocia con otros cultivos, como aguacate, calabaza, diversas especies de frijoles, chile, entre otros (Toledo *et al.*, 2008).

Por otro lado, además de la selección de especies y su arreglo dentro de los sistemas agroforestales, el establecimiento de éstos va acompañado de un complejo y diferenciado manejo agrosilvícola que implica no solamente el uso de numerosas especies y hábitats, sino la creación y manejo de mosaicos de paisajes (Toledo *et al.*, 2008). En el caso de la península de Yucatán, esos mosaicos se inician con el derribo de la selva mediante el sistema de roza, tumba y quema para establecer la milpa durante tres ciclos agrícolas, en promedio; posteriormente, la milpa es abandonada para permitir la regeneración de la selva; esto crea mosaicos de selvas con diferentes edades para las que existen nombres mayas específicos: Sak'aab (2 o 3 años), Sak'aab hubche' (3 a 5 años), Hubche' (5 a 8 años), Ka'anal hubche' (8 a 15 años), Kelenche' (16 a 30 años), Ka'anal kaax (30 a 50 años) (Saenz–Pedroza, 2015). Estos mosaicos operan como espacios dedicados a la recolección y extracción de productos como leña, alimentos, medicinas, exudados, materiales para la construcción de casas, muebles, instrumentos y herramientas, entre otros (Salazar y Magaña, 2016).

Los diferentes mosaicos de vegetación, adicionalmente, cuentan con gran variedad de estratos, lo que genera espacios con gran potencial melífero y polinífero

(Porter–Bolland *et al.*, 2009). Ese potencial es aprovechado desde tiempos prehispánicos por la cultura maya, originalmente para la cría de abejas sin aguijón (meliponas), a través del conocimiento sobre los periodos de floración de las especies melíferas en los diferentes parches de vegetación y su variación en relación con el clima (temperatura y lluvias), y el manejo de abejas y apiarios (Gutiérrez y Collí–Ucán, 1996; Canche, 2022). Gracias a esa interacción conocimiento tradicional–mosaico de vegetación, actualmente la península de Yucatán proporciona el 40 % de la miel producida en el país.

Además de la milpa maya y la apicultura y meliponicultura vinculadas a ella, la producción y manejo de especies vegetales en traspatios o solares son otro sistema agroforestal desarrollado por la cultura maya. Los solares tienen como función principal la provisión de alimentos y energía (Flores y Götz, 2014), pero también juegan un papel importante en la conservación de la diversidad vegetal, ya que albergan una alta riqueza de especies nativas (aproximadamente el 80 %), tanto domésticas como silvestres e introducidas (la proporción entre especies nativas y silvestres, no obstante, varía entre comunidades de la península, Porter–Bolland, 2003). Los solares, asimismo, contribuyen a mitigar problemas como la erosión y conservación del suelo (Montagnini y Metzel, 2015).

Sistemas agroforestales modernos

Aunque los sistemas agroforestales eran usados ampliamente en las zonas rurales e indígenas, se les rechazó en pro de la intensificación de la agricultura para promover el desarrollo económico. Sin embargo, el carácter insostenible de la agricultura intensiva comenzó a visibilizarse a partir de los 70's y 80's, cuando surgió una perspectiva ambiental debido al crecimiento poblacional y la degradación de los ecosistemas y de los suelos. En consecuencia, se implementaron prácticas agroforestales como una opción para reducir el deterioro ambiental, pues atentan menos contra el equilibrio ecológico y no dependen de insumos externos (Pinto–Ruiz *et al.*, 2010). Hoy, ante la problemática del cambio climático, los sistemas agroforestales y el empleo de árboles con múltiples usos, representan una opción viable para amortiguar los efectos del cambio climático, restaurar los suelos y proveer de alimentos a una población creciente (Krishnamurthy y Ávila; 1999).

En cuanto a la alimentación, los productos obtenidos de sistemas agroforestales no ocupan un lugar importante a la fecha y más bien sirven para el autoconsumo y seguridad alimentaria a familias de escasos recursos. Ello se debe a que en estos sistemas se utilizan generalmente especies criollas susceptibles a plagas y enfermedades, lo cual demerita su calidad y producción que no puede ser vendida al mercado de una manera aceptable.

Los sistemas agroforestales, por tanto, pueden ser mejorados con variedades o especies de mayor rendimiento y resistentes a plagas y enfermedades. En este sentido, la incorporación de especies forestales multipropósito dispuestas en arreglos topológicos mixtos, puede ayudar no sólo a mejorar los sistemas productivos e incrementar los ingresos, sino también a conservar los recursos naturales al emular a los ecosistemas forestales originales (Cárdenas, 2003; Benítez *et al.*, 2004).

Clasificación de los sistemas agroforestales

Existen diferentes criterios para clasificar a los sistemas agroforestales como son, el arreglo temporal y espacial de los componentes, la importancia y el papel de estos, los objetivos de la producción del sistema y el escenario económico social. Estos criterios corresponden a la estructura, función, naturaleza socioeconómica o rango ecológico del sistema (Nair, 1989). Con base en esto, los sistemas agroforestales pueden ser categorizados de acuerdo con el conjunto de criterios siguiente:

1. Base estructural
2. Base funcional
3. Base socioeconómica
4. Base ecológica

Los factores importantes en la distinción de los sistemas agroforestales son:

1. Componentes de producción
2. Arreglo en el espacio (horizontal y vertical)
3. Arreglos en el tiempo (simultáneos o secuenciales)
4. Régimen de manejo
5. Función o papel

Estas amplias bases de clasificación de ninguna manera son independientes o mutuamente excluyentes, de hecho, están interrelacionadas, porque las bases estructurales y funcionales se relacionan con la naturaleza biológica de los componentes leñosos, y la estratificación socioeconómica y ecológica se refiere a la organización de los sistemas de acuerdo con las condiciones locales prevalecientes (socioeconómicas o ecológicas) (Nair, 1989).

Como existen solamente tres conjuntos básicos de componentes que son manejados en todos los sistemas agroforestales (perennes leñosas, plantas herbáceas y animales), una clasificación lógica de la agroforestería se debe basar en la naturaleza de estos componentes, esta clasificación se divide en tres categorías (Nair, 1989):

1. Agrosilvicultural
2. Silvopastoril
3. Agrosilvopastoril

Existiendo esas categorías, los sistemas se pueden agrupar de acuerdo con cualesquiera de los propósitos mencionados anteriormente (Nair, 1989). Este enfoque simple y lógico es el utilizado para clasificar los sistemas agroforestales, tal como se observa en el Tabla 1 (Nair, 1989).

Tabla 1. Clasificación de los sistemas agroforestales mayores basados en el tipo de componentes.

Práctica agroforestal	Arreglo de componentes	Grupo mayor de componentes	Adaptabilidad ecológica
Sistemas agrosilvícolas (cultivos –incluyendo arbustos, enredaderas / cultivos de árboles y árboles)			
1. Barbecho mejorado	Especies leñosas plantadas para que crezcan durante la fase de barbecho	De rápido crecimiento, de preferencia leguminosas Cultivos agrícolas comunes	En áreas de agricultura migratoria
2. Taungya	Conjunto combinado de especies leñosas y agrícolas durante las primeras etapas del establecimiento de plantaciones	Cultivos agrícolas comunes Generalmente especies forestales	Todas las regiones ecológicas (donde se practica la taungya), varios mejoramientos posibles
3. Cultivo en callejón	Especies leñosas en setos, especies agrícolas en callejones, entre los setos, arreglo microzonal o en franjas	De rápido crecimiento, leguminosas que rebrotan vigorosamente Cultivos agrícolas comunes	De subhúmedas a áreas húmedas con una gran presión de población humana y suelo frágil (productivo, pero fácilmente degradable)
4. Jardines multiestrato	Multiespecies, asociaciones densas de plantas en multiestrato sin ningún arreglo organizado de plantación	Diferentes componentes leñosos de forma y hábitos de crecimiento variados Generalmente ausentes, los tolerantes a la sombra están algunas veces presentes	Áreas con suelos fértiles, buena disponibilidad de trabajo y alta presión de población humana
5. Árboles de uso múltiple en tierras de cultivo	Árboles dispersos al azar o de acuerdo con modelos algo sistemáticos sobre bancos o diques, terrazas o límites de parcelas / campos	Árboles de usos múltiples y otros árboles frutales Cultivos agrícolas comunes	En todas las regiones ecológicas especialmente en agricultura de subsistencia

6. Combinación de cultivos y plantaciones	Mezcla (mixta, densa) integrada de multiestratos de cultivos de plantación Mezclas de cultivos de plantación en arreglos alternos u otros regulares Árboles de sombra para cultivos de plantación, árboles de sombra dispersos Intercalado con cultivos agrícolas	Cultivo de plantación con café, cacao, coco, etc., y árboles frutales, especialmente en especies para leña / forraje, generalmente presentes en alguna medida en especies tolerantes a la sombra	En tierras bajas húmedas o altas tropicales húmedas / subhúmedas (dependiendo de los cultivos de plantación concernientes); generalmente es un sistema de subsistencia de pequeña propiedad
7. Huertos caseros	Combinaciones, de árboles multiestrato y cultivos alrededor de las viviendas	Predominancia de árboles frutales, también otras especies leñosas, enredaderas, etc.	En todas las regiones ecológicas, especialmente en áreas de alta densidad de población
8. Árboles para conservación y recuperación de suelos	Árboles en bancos, diques, terrazas, levantamientos, etc., con o sin franjas de pastos; árboles para recuperación del suelo	Árboles de usos múltiples o frutales Especies agrícolas comunes	En áreas con pendiente, especialmente en tierras altas, recuperación de suelos degradados, ácidos, alcalinos y estabilización de dunas de arena
9. Cinturones de protección y rompimiento, setos vivos	Árboles alrededor de tierras agrícolas / parcelas	Combinación de tipos altos de crecimiento desplegado. Cultivos agrícolas de la localidad	En áreas con exposición al viento
10. Producción de leña	Especies para leña alrededor de tierras agrícolas o en ellas	Especies para leña Cultivos agrícolas de la localidad	En todas las regiones ecológicas
Sistemas silvopastoriles (árboles + pastura y/o animales)			
11. Árboles en pastizales	Árboles dispersos o irregularmente dispuestos de acuerdo a algún arreglo sistemático	De usos múltiples, de valor forrajero Presentes Presente	Áreas de pastoreo extensivo
12. Bancos de proteínas	Producción de forraje de árbol rico en proteína en fincas / llanuras en producción de forraje de corte y carga	Árboles forrajeros leguminosos Presente Presente	Generalmente en áreas con alta relación persona / tierra
13. Cultivos de plantaciones con pasturas u animales	Ejemplo: ganado bajo palmeras de coco en el Sudeste de Asia y el Sud Pacífico	Cultivos de plantación Presente Presente	En áreas con menos presión sobre tierras de cultivos y plantaciones

Sistemas agrosilvopastoriles (árboles + cultivos + pastura / animales)			
14. Huertos caseros con animales	Combinaciones cerradas de multiestratos de varios árboles, cultivos y animales, alrededor de los hogares	Predominio de árboles frutales; también otras especies leñosas Presente	En todas las regiones ecológicas con densidad alta de población humana
15. Setos leñosos de uso múltiple	Setos leñosos para ramoneo, acolchados, abono verde, conservación de suelo, etc.	Arbustos y árboles de rápido crecimiento y forrajeros Similar al cultivo en callejón y conservación de suelos	Áreas húmedas y subhúmedas con terrenos montañosos y en declive
16. Apicultura con árboles	Árboles para producción de miel	Producción de miel (otros componentes pueden estar presentes)	Dependiendo de la posibilidad de la apicultura
17. Acuaforestación	Árboles alrededor de estanques, las hojas usadas como "forraje" APRA peces	Árboles y arbustos preferidos por los peces (otros componentes pueden estar presentes)	Tierras bajas
18. Bosques de uso múltiple	Para varios propósitos (madera, forraje, protección del suelo, recuperación del suelo, etc.)	Especies de usos múltiples—especies específicas (otros componentes pueden estar presentes)	Varios

Nota: l = leñoso, h = herbáceo, f = forraje y a = animales. FUNTE: (Nair, 1989)

Los árboles de uso múltiple

La producción de árboles y arbustos de uso múltiple ha tomado especial relevancia en las décadas recientes en México y el mundo. A diferencia del monocultivo, la incorporación de árboles de uso múltiple da la posibilidad de incorporar, en diferente densidad y combinación, especies nativas con distintos propósitos, entre ellos como bancos de proteína, cercos vivos, sistemas silvopastoriles o árboles frutales, de modo que permitan superar las condiciones ambientales y económicas adversas (Palma y González-Rebeles, 2018). Este tipo de modelos productivos tiene además la capacidad de enfrentar mejor los efectos del cambio climático, y ser, por tanto, los sistemas tradicionales más resilientes. Por ejemplo, se ha observado que el ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) y el maculís (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.), ambas especies multipropósito, son resistentes a condiciones ambientales adversas, como la ausencia de precipitación y altas temperaturas en su desarrollo inicial (Montero *et al.*, 2010).

Al plantar árboles, se aconseja establecer aquellos que proporcionan productos múltiples, ya que proveerán a los agricultores alimento de personas y animales, materiales para artesanías, néctar para la producción de miel, productos ornamentales, medicinales y aromáticos, gomas, así como materiales para construcción y herramientas, sin olvidar la leña (Vera, 2007).

A continuación, se presenta una serie de ejemplos que presentan las ventajas de incorporar árboles multipropósito a sistemas de producción agrícola para convertirlos en sistemas agroforestales.

El cacahuananche, también llamado madrecaco o cocoíte, (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) es un árbol multipropósito de rápido crecimiento, fácil establecimiento y tolerancia a podas regulares, que se emplea como árbol de sombra con el cacao y otros cultivos, para la obtención de leña, madera, establecimiento de cercas vivas, provisión de forraje, abono verde y como estabilizador de los suelos (Francisco y Hernández, 1998). Otro ejemplo es el guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) cuyos usos son, en orden de importancia, forraje, leña, medicinal, madera, sombra y cerco vivo; su valor forrajero supera al del guaje indio (*Leucaena lanceolata* S. Watson), arbusto espino (*Acacia cavenia* Mol.) y huizache (*A. farnesiana* (L.) Willd.), por lo que los productores emplean el guácimo para establecer sistemas silvopastoriles y bancos de forraje (Villa-Herrera et al., 2009).

En sistemas silvopastoriles se ha estudiado ampliamente el valor de los árboles multipropósito, además del cocoíte, el guácimo, el guaje, el ramón y el maculís, especies como chaca, o palo mulato, (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), chote (*Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem.) y morera (*Morus alba* L.) son bien conocidas por su alto valor de proteína cruda, lo que puede incrementar hasta en un 85 % la condición corporal de animales alimentados con ellos (Cabrera-Núñez et al., 2019). Con todo, el valor de los árboles multipropósito en sistemas silvopastoriles no se limita a la nutrición de los animales de interés, pues se ha observado que especies como la caoba (*Swietenia macrophylla* King), el pich o parota (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.) y la melina (*Gmelina arborea* Roxb. ex Sm.) tienen efectos positivos sobre la presencia de fauna silvestre (Carbajal, 2017).

Tabla 2. Listado de especies arbóreas incluidas en este documento, con sus respectivos usos.

Nombre científico	Aserriño	Artesanías	Alimenticio	Apicultura	Carbón/leña	Cercas vivas	Construcción	Extractos	Forraje	Herramientas	Huertos/traspatio	Industrial	Medicinal	Muebles/maderable	Refugio fauna, Alimento	Plantaciones	Potreros	Postes	Sombra /ornato	
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	x				x		x	x					x	x	x				x	
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	x			x			x						x	x	x					
<i>Spondias mombin</i> L.			x			x			x				x		x					x
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	x	x		x				x			x		x	x		x				x
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.							x			x		x	x	x						x
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken		x		x	x		x	x					x	x	x	x	x			x
<i>Cordia dodecandra</i> DC.	x	x	x	x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bursera simaruba</i> (L.)					x	x	x	x					x	x	x		x	x		
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x				x	x
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	x	x		x	x		x		x	x			x	x		x	x	x		
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.		x		x			x	x		x		x	x	x			x	x		
<i>Platymiscium yucatanum</i> Standley	x	x					x						x	x					x	x
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Stand.	x	x			x		x		x			x		x					x	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.			x	x				x	x		x		x	x	x		x			
<i>Cedrela odorata</i> L.	x	x					x			x	x		x	x		x				x
<i>Swietenia macrophylla</i> King	x	x					x			x				x		x				x
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.		x	x	x			x		x		x	x	x		x					x
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegee			x				x	x			x		x		x					x
<i>Manilkara zapota</i> (L.) von Royen.	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x
<i>Pouteria campechiana</i> (H.B.K.) Baehni.	x	x	x	x	x		x	x			x		x	x	x				x	x

Capítulo 2

Modelos arquitectónicos

Caribell Yuridia López

El estudio de la arquitectura arbórea como método para analizar y entender el desarrollo biológico del árbol completo se estableció como disciplina a partir de los años 70, con el ensayo sobre modelos arquitectónicos de Hallé y Oldeman (1970). El propósito del estudio de la arquitectura del árbol es identificar los procesos endógenos que controlan el crecimiento y la forma de todo el árbol (Hallé, 1995), ya que la arquitectura de un árbol es la expresión morfológica visible del modelo genético de un árbol en cualquier momento de su vida; se trata de un concepto estático, por lo cual, una sola observación momentánea no refleja la dinámica de la construcción del árbol y se requiere de una serie de observaciones para describir ese proceso (Hallé *et al.*, 1978). El modelo arquitectónico o el modelo de un árbol es el programa de crecimiento que determina las sucesivas fases arquitectónicas por las que pasa en su vida. La arquitectura es real y observable en cualquier momento, mientras que el modelo, es un concepto abstracto, que se hace visible por una serie de arquitecturas; es el plan de crecimiento del árbol. Cuando se analiza el crecimiento de los árboles, se observa que muchas especies tienen los mismos modelos arquitectónicos y otras tienen modelos diferentes; y estas similitudes y diferencias no dependen necesariamente de la taxonomía. Frecuentemente, se encuentran dificultades porque la arquitectura momentánea de un árbol puede o no ajustarse a su modelo (Hallé *et al.*, 1978).

Para entender la arquitectura de una planta se analiza la actividad de los meristemas, sobre todo de los apicales. La base para el análisis de los árboles son los ejes de crecimiento, producto de la actividad de un solo meristemo apical caulinar, con sus respectivas características en cuanto a orientación y posición de los órganos, como las hojas y las flores (Vester, 2017). El análisis arquitectónico de una especie de árbol da como resultado un diagrama que representa los sucesivos pasos de desarrollo por los que pasa la especie, es decir, la historia de vida de la especie. Este diagrama se utiliza para evaluar la influencia de árboles individuales sobre otros árboles en los parches de bosque. De esta manera se obtiene una idea del patrón general de desarrollo forestal después de la agricultura de tala y quema en el área de estudio (Hallé y Oldeman, 1970).

De acuerdo con Hallé *et al.* (1978), se han reconocido 23 modelos arquitectónicos, nueve de los cuales corresponden a las especies incluidas en este estudio (Tabla 3).

Tabla 3. Especies arbóreas incluidas en este documento, con sus modelos arquitectónicos conocidos.

Taxón	Modelo arquitectónico/cita, Voucher u observación
<p>ANACARDIACEAE <i>Astronium graveolens</i> Jacq. <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. <i>Spondias mombin</i> L.</p>	<p>Scarrone (Vester, JBPM, 200) Rauh (Vester, # 984) Scarrone (Hallé et al., 1978)</p>
<p>BIGNONIACEAE <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.</p>	<p>Leewenberg (Borchert y Tomlinson, 1984)</p>
<p>BORAGINACEAE <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken <i>Cordia dodecandra</i> DC.</p>	<p>Fagerlind (Hallé et al., 1978) Indeterminado</p>
<p>BURSERACEAE <i>Bursera simaruba</i> (L.)</p>	<p>Rauh/Champagnat (Vester, #10035)</p>
<p>FABACEAE <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth. <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. <i>Platymiscium yucatanum</i> Standley <i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Stand.</p>	<p>Indeterminado Troll (Vester, #985) Troll (Vester, Calakmul, 1998) Indeterminado Troll (Vester, JBPM, 1998)</p>
<p>MALVACEAE <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn. <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.</p>	<p>Massart (Hallé et al., 1978) Roux (Hallé et al., 1978)</p>
<p>MELIACEAE <i>Cedrela odorata</i> L. <i>Swietenia macrophylla</i> King</p>	<p>Scarrone (Vester, FCP, 1999) Rauh (Hallé et al., 1978)</p>
<p>MORACEAE <i>Brosimum alicastrum</i> Sw.</p>	<p>Troll (Torquebiau, 1981)</p>
<p>SAPOTACEAE <i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegee <i>Manilkara zapota</i> (L.) von Royen. <i>Pouteria campechiana</i> (H.B.K.) Baehni.</p>	<p>Troll (Vester, Calakmul, 1978) Aubreville (Vester, Bacalar, 1998) Rauh/Aubreville (Vester, JBPM, 1998)</p>

A continuación, se incluye una breve descripción, basada en Hallé *et al.*, 1978 y Vester, 2017 de estos modelos. Adicionalmente se incluyen las ilustraciones, que, aunque se presentan en forma semi-diagramática, puedan ser fácilmente reconocibles.

Modelo de Aubréville

Arquitectura caracterizada por un tronco monopódico ortótropo con crecimiento rítmico y filotaxia en espiral o decusada, portando ramas verticiladas en espiral, modulares, con filotaxia similar. Las ramas presentan crecimiento rítmico, pero son modulares; siendo cada rama plagiótrropa por aposición. Como las inflorescencias son laterales, los módulos crecen indefinidamente. El modelo lleva el nombre de André Aubréville porque llamó la atención el hecho de ser particularmente común en la familia Sapotaceae (Figura 1).

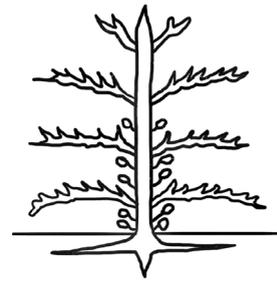


Figura 1. Modelo arquitectónico de Aubréville

Modelo de Champagnat

La arquitectura está determinada por la superposición indefinida de ejes mixtos ortótopos con filotaxia en espiral. Cada eje de relevo se vuelve pendular distalmente por su propio peso, surgiendo entonces el vástago de renovación en la superficie superior en la curva inicial del eje pendular. La parte distal al brote de renovación se convierte en una rama del árbol, la parte próxima al brote de renovación se convierte en parte del tronco. El modelo lleva el nombre de Paul Champagnat, especialista en la morfología de las plantas leñosas en Europa, incluyendo *Rose*, *Rubus* y *Sambucus*, que representan bien la arquitectura (Figura 2).

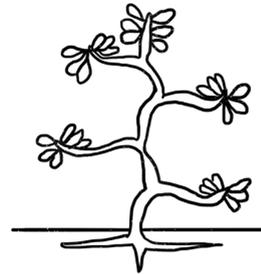


Figura 2. Modelo arquitectónico de Champagnat

Modelo de Fagerlind

Arquitectura caracterizada por un tronco monopodial (formado por un solo eje), ortótropo, con crecimiento rítmico que produce hileras de ramas modulares, cada rama simpodial y plagiotrópa por aposición, con filotaxis espiral o decusada (no dística). El modelo está dedicado a Folke Fagerlind quien ha contribuido a su comprensión en su estudio del género *Randia* (Figura 3).

Modelo de Leeuwenberg

Consta de ejes ortótropos equivalentes con crecimiento determinado por la producción de una inflorescencia terminal. La ramificación es tridimensional y produce varios ejes equivalentes y a su vez ortótropos, con crecimiento determinado. La ramificación está relacionada con la inflorescencia, teniendo lugar después de la floración, y en posición distal, debajo de la inflorescencia, excepto en los ejes juveniles donde puede haber ramificación estéril. En estos casos el meristemo terminal generalmente deja de funcionar. El modelo lleva el nombre de A. J. M. Leeuwenberg, quien describió bien su arquitectura en su revisión del género africano *Anthocleista* (Loganiaceae) (Figura 4).

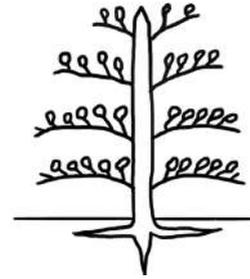


Figura 3. Modelo arquitectónico de Fagerlind

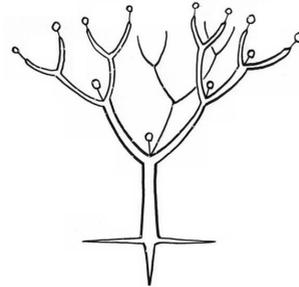


Figura 4. Modelo arquitectónico de Leeuwenberg

Modelo de Massart

La arquitectura está determinada por un tronco ortótropo, monopodial, de crecimiento rítmico y que, en consecuencia, produce hileras regulares de ramas a niveles establecidos por el crecimiento del meristemo del tronco. Las ramas son plagiótropas ya sea por disposición de las hojas o por simetría, pero nunca por aposición. La posición de las flores no es significativa en la definición del modelo. Este modelo lleva el nombre de Jean Massart, quien describió la arquitectura en un ejemplar de *Virola surinamensis* cultivado en el Jardín Botánico de Río de Janeiro (Figura 5).

Modelo de Rauh

La arquitectura está determinada por un tronco monopódico con crecimiento rítmico, el cual desarrolla pseudoverticilos de ramas morfogenéticamente iguales al tronco. Las flores o inflorescencias son siempre laterales y sin efecto sobre el crecimiento del sistema de brotes. Lleva el nombre apropiadamente del profesor W. Rauh, cuya descripción de los árboles templados ilustra con precisión sus características arquitectónicas (Figura 6).

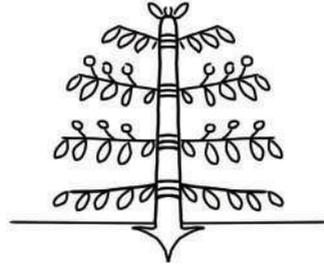


Figura 5. Modelo arquitectónico de Massart



Figura 6. Modelo arquitectónico de Rauh

Modelo de Roux

Arquitectura determinada por un tronco ortótropo monopódico con crecimiento continuo; las ramas son plagiótropas (pero nunca por aposición) y se insertan continuamente (rara vez de forma difusa). La disposición de las hojas es espiral en el tronco, pero en contraste, es más a menudo dística en las ramas. Floración es variable, pero mantiene lateral las ramas y no tiene influencia en la arquitectura. El modelo lleva el nombre de Jacques Roux en reconocimiento a su contribución a la comprensión de la plagiotropía como consecuencia de su investigación del género pantropical *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) (Figura 7).

Modelo de Scarrone

La arquitectura está determinada por un meristemo terminal ortótropo rítmicamente activo, que produce un tronco indeterminado que lleva filas de ramas, cada complejo de ramas ortótropo y simpodialmente ramificado como resultado de la floración terminal. El modelo lleva el nombre de Francis Scarrone, por su investigación con gran detalle, de la arquitectura del mango (*Mangifera indica*) (Figura 8).

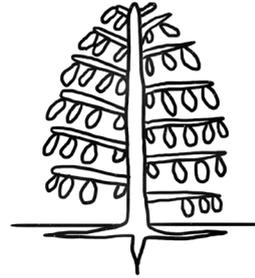


Figura 7. Modelo arquitectónico de Roux

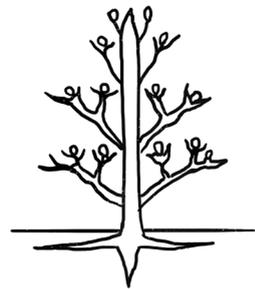


Figura 8. Modelo arquitectónico de Scarrone

Modelo de Troll

Se define por tener todos sus ejes plagiótropos. La arquitectura está construida por la superposición continua de estos ejes. Los ejes principales construyen parte del tronco y parte de una rama; la parte próxima crece erecta (parte del tronco). La parte distal del eje forma la rama con o sin crecimiento determinado, y con ejes laterales en general sin formar una parte basal erecta. El modelo lleva el nombre de Wilhelm Troll, quien ha descrito precisamente esta construcción de un árbol a partir de ejes plagiótropos en su descripción del crecimiento del *Ulmus effusa* europeo (Figura 9).

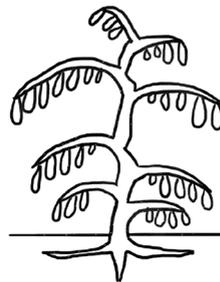
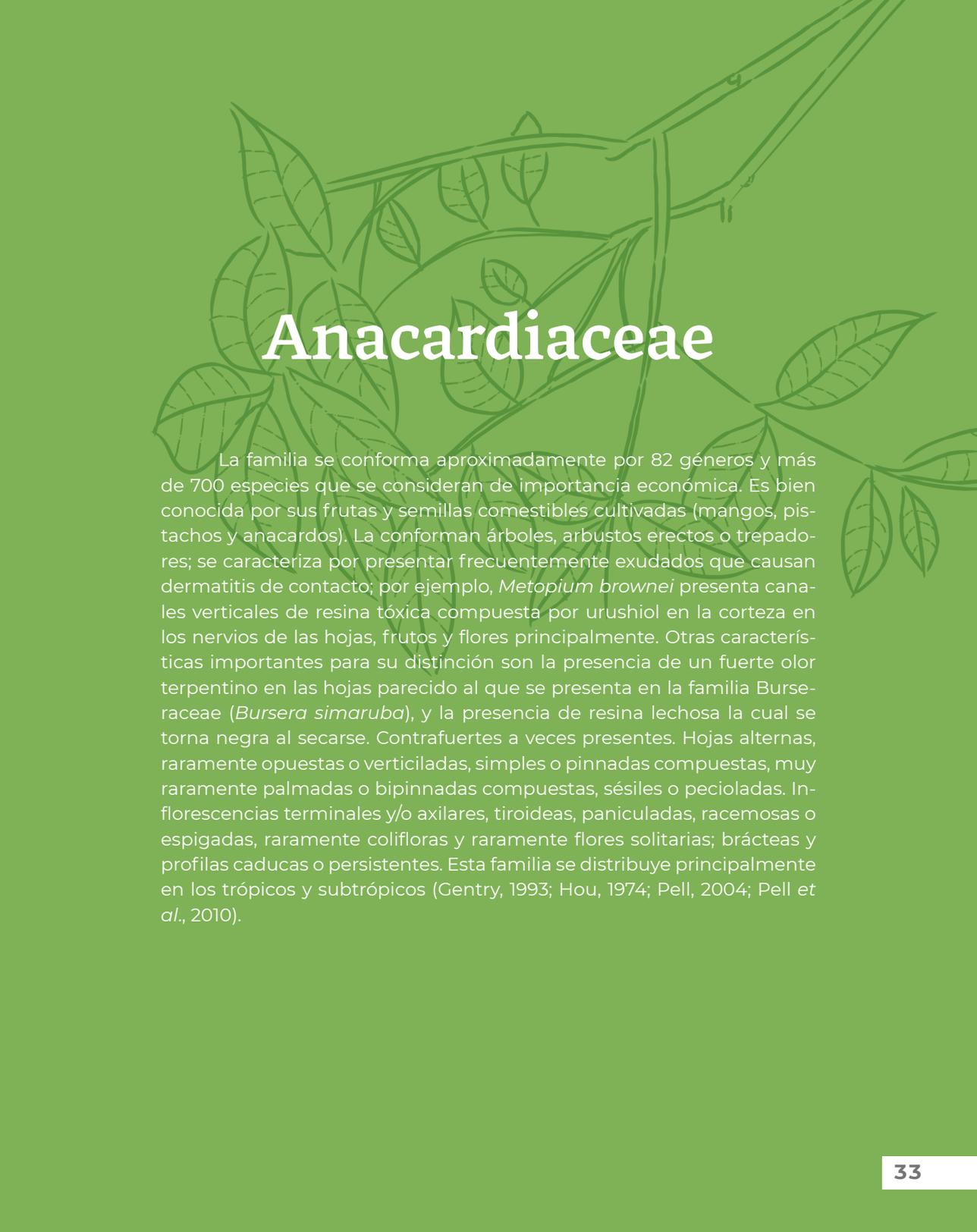


Figura 9. Modelo arquitectónico de Troll

Capítulo 3

Descripción de las especies

Teresa Alfaro Reyna
Mario Saturnino Duran Castillo
Aixel Maya Martínez



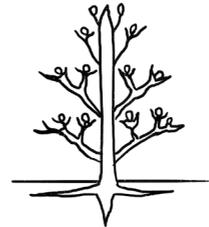
Anacardiaceae

La familia se conforma aproximadamente por 82 géneros y más de 700 especies que se consideran de importancia económica. Es bien conocida por sus frutas y semillas comestibles cultivadas (mangos, pistachos y anacardos). La conforman árboles, arbustos erectos o trepadores; se caracteriza por presentar frecuentemente exudados que causan dermatitis de contacto; por ejemplo, *Metopium brownei* presenta canales verticales de resina tóxica compuesta por urushiol en la corteza en los nervios de las hojas, frutos y flores principalmente. Otras características importantes para su distinción son la presencia de un fuerte olor terpentino en las hojas parecido al que se presenta en la familia Burseraceae (*Bursera simaruba*), y la presencia de resina lechosa la cual se torna negra al secarse. Contrafuertes a veces presentes. Hojas alternas, raramente opuestas o verticiladas, simples o pinnadas compuestas, muy raramente palmadas o bipinnadas compuestas, sésiles o pecioladas. Inflorescencias terminales y/o axilares, tiroideas, paniculadas, racemosas o espigadas, raramente colifloras y raramente flores solitarias; brácteas y profilas caducas o persistentes. Esta familia se distribuye principalmente en los trópicos y subtrópicos (Gentry, 1993; Hou, 1974; Pell, 2004; Pell et al., 2010).

Astronium graveolens Jacq.

Jobillo, k'ulinché

Sinonimias: *Astronium fraxinifolium* Schott., *Astronium planchonianum* Engl., *Astronium zongolica* Reko.



SCARRONE

Figura 10. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *A. graveolens* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de mediano a grande, con **tronco** recto y ramificaciones simpodiales (Vester, 2017), altura total de hasta 23 m, **copa** redonda y densa, **diámetro normal** de hasta 50 cm, **corteza** gris clara a menudo moteada con manchas claras. Las **hojas** son alternas de 11 a 30 cm de largo, con bordes aserrados ligeramente, color verde, con el haz oscuro y el envés pálido, de 5 a 15 folíolos, imparipinnadas (Pennington y Sarukhán, 2005). Las **flores** son dioicas, pequeñas, agrupadas en panículas terminales o axilares, de 10 a 25 cm de largo, con cinco pétalos verde amarillentos (Pennington y Sarukhán, 2005). Esta especie pierde sus hojas en los meses de abril y mayo, florece de marzo a mayo, y sus frutos maduran entre mayo a junio (Brito Neto *et al.*, 2018). Es parcialmente **polinizada** por el viento.

El **fruto** es una pequeña drupa pulposa agridulce, oblonga, de 12 a 13 mm de largo; marrón, azulado o negruzco cuando madura, contiene una semilla. La semilla es oblonga o elipsoide, de 9 a 10 mm de largo y de 4 a 6 mm de ancho, el embrión es carnoso y elipsoidal (Carmello–Guerreiro y Paoli, 2000; Rodríguez *et al.*, 2009), es ampliamente consumido por las aves del género *Aratinga* principalmente. Las aves consumen la semilla o parte de esta, actuando como granívoras pre-dispersoras de semillas y removedoras de semillas; además también actúan como forrajeras (Villaseñor–Sánchez *et al.*, 2010).

Los frutos (**semillas**) deben ser recolectados directamente de los árboles antes que el viento las disperse. Una vez recolectadas se secan entre tres y cuatro horas. Un kilogramo de diásporas contiene cerca de 18,000 semillas. Estas pierden su viabilidad en menos de un mes si se almacenan a temperatura y humedad ambiente. Almacenadas a 15°C con un contenido de humedad promedio de 15 a 25 % se mantienen viables hasta por tres meses. Las semillas frescas han mostrado un porcentaje de germinación de hasta 90 % sin la aplicación de algún tratamiento (Marín y Flores, 2002).

La **madera** no presenta olor y sabor característico, muestra diferencia de color entre la albura y el duramen. La albura es amarillo pajizo y el duramen castaño, variando desde café a rojizo con tonalidades amarillentas y sombras irregulares (Tamarit y López, 2007). Los límites de los anillos de crecimiento son difíciles de percibir, están marcados por finas bandas de parénquima marginal. Presenta un veteado pronunciado causado por bandas longitudinales oscuras e irregulares de textura media, con hilo entrecruzado ocasionalmente ondulado. Esta madera se clasifica como una madera dura, con densidad o peso específico de 0.85 g/cm³ hasta 1.28 g/cm³; sin embargo, existe una variación considerable entre diferentes individuos y también a nivel de individuo (Tamarit y López, 2007; Ordóñez Díaz *et al.*, 2015).



Figura 11. Muestra de madera de *A. graveolens* resguardado en la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El jobillo se desarrolla en bosques tropicales, en selvas altas y medianas subperennifolias y medianas subcaducifolias. En la península de Yucatán se puede encontrar creciendo en suelos de roca caliza, pobres o rocas y suelos aluviales, aunque se desarrolla mejor en suelos profundos de la selva alta perennifolia del sur del estado de Campeche y parte de Quintana Roo, donde se pueden encontrar más de diez árboles por hectárea, con un diámetro normal promedio de 20.8 cm, una altura de 15.30 m y un área basal de 0.04 m² ha⁻¹. En la selva mediana subperennifolia se encuentra una densidad promedio de 19.41 árboles por hectárea con diámetro normal de 15.92 cm, 11 m de altura y con un área basal de 0.02 m² ha⁻¹. Esta especie es una de las que más aporta en términos de biomasa. Se distribuye en una superficie total de 3.33 millones de hectáreas que representan el 23.53 % de la superficie total de la península.

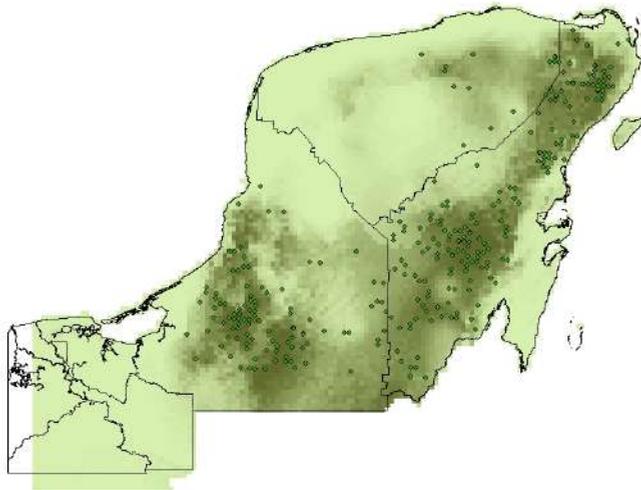


Figura 12. Distribución de jobillo (*A. graveolens*) en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros, los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

El uso tradicional del jobillo en la zona maya es para la construcción de viviendas, así como para la fabricación de postes, vigas y armazones, principalmente. La calidad y vetado de la madera tiene potencial en la fabricación de muebles, chapa rebanada decorativa, artesanías, entre otros. En algunas regiones se utiliza la resina como tratamiento del sarampión, viruela y reumatismo. Además, los aceites esenciales extraídos de las hojas, frutos y semillas de *A. graveolens* poseen propiedades naturales con actividad antioxidante (Hernández *et al.*, 2013, 2014), antitumorales, sedativas y diaforéticas (Hernández *et al.*, 2014).

Metopium brownei (Jacq.) Urb.

Chechem negro, chechén, box chechem, cheechem, kabal chechem

Sinonimias: *Rhus metopium* L., *Terebinthus brownei* Jacq.



Figura 13. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *M. brownei* del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de hasta 25 m altura, **diámetro normal** de hasta 60 cm; **copa** abierta e irregular; **tronco** derecho, sin contrafuertes y altura muy variable. **Ramas** morfo-genéticamente iguales al tronco. Las flores o inflorescencias son siempre laterales (Vester, 2017). Las **hojas** son compuestas, dispuestas en espiral, imparipinadas, con foliolos elípticos u orbiculares con los márgenes enteros y ondulados. Las **flores** están dispuestas en panículas masculinas y femeninas axilares hasta de 20 cm de largo. Perianto de color verde-amarillento, pentámero. El **fruto** es una baya ovoide y carnosa, de 1 cm de largo, de color anaranjado oscuro o amarillo, en infrutescencias péndulas (Pennington y Sarukhán, 2005; Peña-Chocarro *et al.*, 2011; Dorantes y Evan, 2017).

Especie caducifolia entre los meses de abril y mayo, la **floración** generalmente ocurre de marzo a mayo, los frutos maduran de mayo a octubre, contienen una semi-

lla por drupa de 7 a 8 mm de largo (Dorantes y Evan, 2017). La **polinización** es llevada a cabo por abejas y la **dispersión** de semillas por aves, como el zacua mayor (*Psarocolius montezuma*), el dzibabán (*Melanoptila glabrirostris*) y luisito común (*Myiozetetes similis*). Algunos mamíferos como el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y algunas especies de ungulados consumen los frutos y hojas (Burgos y Montiel, 2016; Medina-Madrid et al., 2021).

Los **frutos** (semillas) se recolectan del árbol cuando están maduros, la extracción de la semilla se realiza antes de la fermentación del fruto, macerando los frutos para separarlos del pericarpio. Las semillas frescas presentan un porcentaje de germinación que varía entre 50 y 70 %, por lo que se recomienda tratamiento pregerminativo.

La **madera** se caracteriza por presentar una **albura** con coloración castaño-clara y **duramen** con tonalidades que varían de amarillo a castaño rojizo, castaño oscuro, grisáceo y verde olivo, no tiene olor ni sabor característicos, brillo alto, vetado pronunciado, de textura mediana heterogénea e hilo entrecruzado. El peso específico es de 0.803 g/cm³ (Tamarit y López, 2007; Ordóñez Díaz et al., 2015).



Figura 14. Muestra de madera de *M. brownii* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El chechem prospera en diferentes tipos de suelos con buen drenaje, así como en suelos profundos con inundaciones periódicas. En la franja costera de Yucatán y Campeche se desarrolla sobre terrenos planos o casi planos. En el centro de Campeche y Este de Quintana Roo crece sobre bajos con una densidad de hasta 14 árboles por hectárea, y una altura que varía entre 6 y 8 m. Es particularmente abundante en el estado de Quintana Roo y Campeche. En las selvas medianas pueden encontrarse más de 20 individuos por hectárea, mientras que en selvas altas la densidad promedio es de 2 árboles por hectárea.

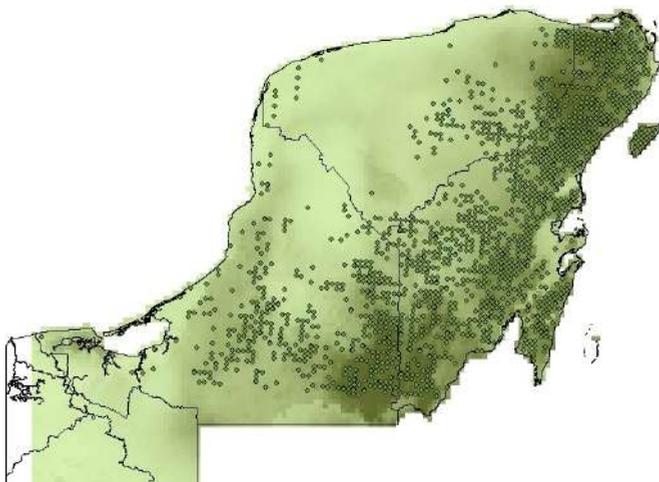


Figura 15. Distribución de chechem (*M. brownei*) en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no se tienen registros, los puntos color verde corresponden a los registros de la especie.

En la zona maya, el chechem se emplea en las construcciones rurales y el látex para el control de las verrugas. Debido a su amplio periodo de floración también se utiliza en la apicultura, como leña y en la elaboración de ceniza. La madera de chechem tiene una excelente calidad y veteado; es durable y muy resistente. Se emplea en muebles finos, gabinetes, carpintería y ebanistería, pisos de camiones, puertas y ventanas. Se recomienda en la fabricación de pisos de parquet y duela (Román-Miranda, 2014).

Spondias mombin L.

Jobo, ju'ujub, ciruela

Sinonimias: *Spondias lutea* L., *Spondias pseudomyrobalanus* Tussac.

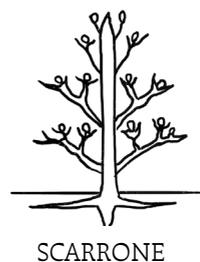


Figura 16. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *S. mombin* del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol o arbusto caducifolio, de 3 a 8 m de altura, que puede alcanzar hasta los 15 m, **diámetro normal** de hasta 80 cm, **copa** muy extendida. **Hojas** alternas, imparipinnadas, de color verde amarillento, de 10 a 20 cm de largo, de 9 a 25 folíolos elípticos, de 1.9 a 4 cm de largo, con borde ligeramente ondulado, base asimétrica y ápice acuminado. **Tronco** corto que se ramifica desde 1 m de altura, **ramas** torcidas y frágiles o quebradizas con ramificaciones simpodiales (Vester, 2017). **Corteza** externa rugosa, muy ornamentada, color gris plomo a verdoso, algunas veces con fisuras irregulares y protuberancias con textura de corcho pequeñas o grandes (Pennington y Sarukhán, 2005). Las **flores** están dispuestas en panículas, dioicas, pequeñas, color blanco o crema, su tamaño es alrededor de 0.63 cm de diámetro; cáliz diminuto con 5 lóbulos y 5 pétalos. La temporada de **floración** se ubica entre los meses de febrero a marzo.

Los **frutos** son de color rojo purpúreo o amarillo, de 3 cm de largo por 1.5 cm de ancho, pulpa color amarillo, jugosa y agrídulce, con un endocarpio grande y fibroso; de 1 a 5 semillas, de 12 mm de largo, su maduración y cosecha ocurre de abril a mayo (Rodríguez *et al.*, 2009; Ibarra–Manríquez y Cornejo–Tenorio, 2010).

Los frutos tienen un alto contenido de agua, son ricos en azúcares y son altamente apreciados por las aves sobre todo en temporadas de mayor estrés hídrico que coincide con el periodo de fructificación (mayo a junio), también los consumen algunas especies de monos, loros y murciélagos frugívoros, aunque solo estos últimos actúan como dispersores (Russo *et al.*, 2005; Stevenson *et al.*, 2005; Torres–Anaya *et al.*, 2022). Los frutos pesan en promedio de 7.5 a 1.9 g y el número de frutos por árbol varía de entre 1,500 a 1,600 (Ibarra–Manríquez y Cornejo–Tenorio, 2010).



Figura 17. Muestra de madera de *S. mombin* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

La recolección de los frutos es manual y deben ser recolectados directamente de los árboles cuando tienen una coloración amarillo–dorado o roja y lustrosa. Para extraer las semillas, primero se deben despulpar los frutos, lavarse y secarse al sol. El endocarpio o hueso se debe remojar en agua durante 5 días o lijar para desgastar; finalmente se fractura con unas pinzas para extraer las semillas. Las semillas son ortodoxas, puede almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7 % y temperaturas ≤ 0 °C; tales condiciones permiten mantener la viabilidad por varios años; aunque se reporta un porcentaje de número de semillas estériles muy alto.

La **madera** se caracteriza por presentar jaspeaduras castañas que corresponden a los vasos y a los rayos. Presenta brillo alto y un vetado suave, textura mediana e hilo recto; no tiene marcados los anillos de crecimiento (Richter y Dallwitz, 2000). La madera no presenta olor ni sabor característico, el duramen es blanco o grisáceo (a marrón claro), la albura es de un color similar al duramen. Esta madera se clasifi-

ca con una dureza media y presenta una densidad básica de 0.45 g/cm^3 (Tamarit y López, 2007; Ordóñez Díaz *et al.*, 2015).

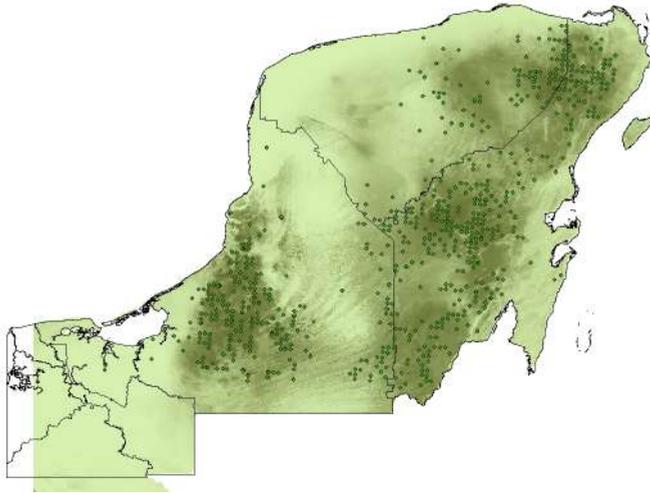


Figura 18. Distribución de Jobo (*S. mombin*) en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no se tienen registros, los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

El jobo se distribuye en selvas altas o medianas perennifolias, subperennifolias y subcaducifolias. Se distribuye principalmente en los estados de Campeche y Quintana Roo. Prefiere los suelos profundos de bien drenado a estacionalmente inundados; se pueden encontrar hasta 12 individuos por hectárea con una altura promedio de 10 m en selvas medianas y un árbol por hectárea en selvas altas y bajas.

El *S. mombin* es utilizado en la cultura maya como un árbol forrajero, alimenticio y medicinal, utilizándose todas las partes del árbol: las frutas como diurético, la corteza como antidiarreico y las flores para aliviar el dolor de estómago (Tiburski *et al.*, 2011; Cabrera–Araujo y Hernández Escalante, 2019;). Se ha reportado que el extracto de hojas de *S. mombin*, posee propiedades que muestran un efecto ansiolítico, sedante y antiepiléptico con efectos antipsicóticos. La corteza provoca antifertilidad y actividad abortiva (Ayoka *et al.*, 2008). Además, los compuestos de fenoles, taninos y flavonoides poseen propiedades antibacteriales, antimicrobianas, antioxidantes, entre otras (Tiburski *et al.*, 2011; Pinheiro *et al.*, 2022).

Bignoniaceae

La familia está conformada por alrededor de 120 géneros y unas 650 especies. La integran predominantemente especies leñosas como árboles, arbustos y lianas leñosas, raramente herbáceas. Se distribuye en los trópicos y subtrópicos principalmente. Una característica importante para su reconocimiento es la presencia de un xilema rayado, el cual puede observarse en un corte transversal del tronco. Hojas simples o en su mayoría compuestas, opuestas a veces verticiladas, rara vez alternas, 2 a 3 folíolos, pinnadas o palmeadas, a menudo provistas de zarcillos terminales, rara vez dispersos o en pseudo-verticilos. Flores generalmente vistosas, bisexuales en racimos o solitarias, terminales o axilares, generalmente conspicuas. Cáliz con 5 sépalos, a veces bilobulado o no lobulado, rara vez con caliptra. Corola con 5 pétalos, a menudo con 2 labios, raramente subrotados, imbricados o raramente valvados. Androceo adherido al tubo, 4 estambres, el quinto estambre (adaxial) estaminodial o ausente, rara vez los 5 estambres son fértiles o 2 fértiles y 3 estaminodiales. Ovario con disco nectario anular o cupular, estigma bilobulado, ovario súpero, bicarpelado. Fruto capsular dehiscente, que se divide en dos valvas para liberar semillas aladas (con excepción de algunos géneros como *Crescentia* y *Parmentiera* que poseen un fruto carnoso indehiscente). Semillas en cada celda adheridas al disepimento en una o más filas, insertadas transversalmente al eje del fruto, anátropo, mayormente en ambos lados con alas hialinas; embrión exalbuminoso, los cotiledones en su mayoría con muescas, a veces en ambos lados. Germinación siempre epigea (para mayor información revisar Van, 1974; Gentry, 1992; Fischer *et al.*, 2004; Lohmann, 2006; Olmstead *et al.*, 2009).

Tabebuia rosea (Bertol.) DC.

Maculís, maculí o palo de rosa

Sinonimias: *Couralia rosea* (Bertol.) Donn. Sm.; *Sparattosperma roseum* (Bertol.) Miers; *Tabebuia mexicana* (Mart. ex DC.) Hemsl.; *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl.; *Tabebuia pentaphylla* Hemsl.; *Tabebuia punctatissima* (Kraenzl.) Standl.; *Tecoma evenia* Donn. Sm.; *Tecoma mexicana* Mart. ex A. DC.; *Tecoma punctatissima* Kraenzl.; *Tecoma rosea* Bertol.



Figura 19. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *T. rosea* del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de 15 a 30 m de altura, **diámetro normal** de 50 cm o más; **fuste** recto, a veces ligeramente acanalado; **copa** ancha, cónica o irregular; la ramificación produce varios ejes equivalentes y a su vez ortótopos, con crecimiento determinado. La ramificación tiene lugar después de la floración (Vester, 2017). **Corteza** color gris oscuro a pardo amarillento, áspera, con fisuras verticales. **Hojas** son decusadas opuestas, digitado-compuestas, con 5 folíolos de tamaño diferente, miden hasta 35 cm de largo incluyendo el peciolo. **Flores** en panículas de hasta 15 cm de largo, axilares, en forma de embudo de hasta 10 cm de largo, con el limbo partido en 5 lóbulos de color rosado o lila con la base amarilla (Pennington y Sarukhán, 2005). Los **frutos** son cápsulas

cilíndricas lineales de 22 a 38 cm de largo y 0.9 a 1.5 cm de grosor, péndulas, de color verde cuando están maduras, con el cáliz persistente; contiene numerosas semillas aladas, muy delgadas, color blanco rosado, de 2 a 3 cm de largo, incluyendo el ala.

Esta especie pierde sus hojas en los meses de abril a mayo, florece de febrero a abril y fructifica entre abril y mayo. Es dispersada por el viento (Rodríguez *et al.*, 2009).

Los **frutos** se colectan directamente del árbol antes de que abran y cuando tengan un color verde amarillento. Se colocan sobre mantas a la sombra hasta que las vainas abran solas, las semillas se liberan de los frutos con facilidad; para eliminar las impurezas se puede utilizar un tamiz o ventilador. El número de **semillas** por kilogramo varía de 37 mil a 54 mil unidades. Se pueden almacenar a temperatura ambiente, hasta por seis meses como máximo. También pueden ser almacenadas en contenedores herméticamente cerrados a 20° C con un contenido de humedad de 6 a 8 %. Bajo estas condiciones mantienen la viabilidad hasta por seis meses o un poco más (León Lobos *et al.*, 2014).



Figura 20. Muestra de madera de *T. rosea* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

La **madera** no presenta olor y sabor característico, muestra diferencia de color entre la **albura** y el **duramen**. La albura es de color crema, amarillenta o parduzca, y el duramen es pardo claro con tonos grises y dorados. Presenta líneas finas de parénquima que dan a esta madera un veteado distintivo en la superficie radial, y un patrón similar a plumas en la superficie tangencial. La madera es fuerte y bastante pesada; tiene una textura media a gruesa, grano recto o entrecruzado, lustre medio; el secado al aire libre es rápido y provoca pequeñas fisuras en la superficie y torceduras y es moderadamente resistente a los hongos blanco y pardo de la pudrición; es susceptible al ataque de termitas y perforadores marinos. La densidad seca al aire varía entre 0.53–60g/cm³ (Vozzo, 2010; Ordóñez Díaz *et al.*, 2015).

Tabebuia rosea forma parte de las selvas altas, medianas subperennifolias y subcaducifolias, así como de las selvas bajas caducifolias. Se puede encontrar un árbol por hectárea, con mayores densidades en selvas medianas subcaducifolias al sur de Quintana Roo, Yucatán y la parte central de Campeche. Crece en suelos de origen calizo, ígneo o aluvial, se adapta a suelos pobres; tolera la inundación estacional. Se desarrolla bien con temperaturas de 17 – 31 °C y con precipitaciones de 1,200 a 1,500 mm.

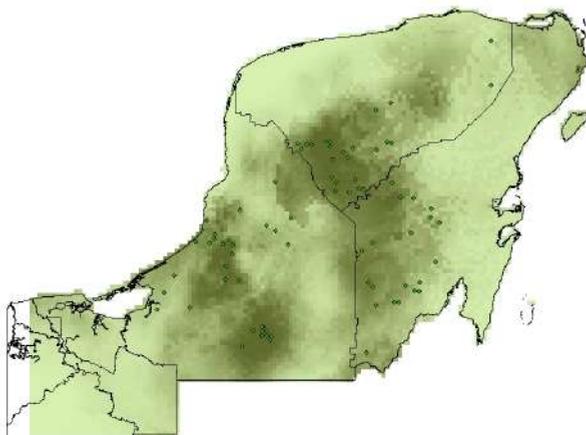


Figura 21. Distribución de maculis (*Tabebuia rosea*) en la península de Yucatán. Las zonas verde de oscuras son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

T. rosea está ampliamente distribuida en la península de Yucatán, es utilizado como árbol ornamental debido a sus flores y es cultivado por su madera; se utiliza para fabricar muebles, chapa para madera, ebanistería, se le utiliza como planta medicinal para curar la disentería, acelerar el parto, controlar la diarrea y la fiebre. La corteza la usan para controlar la diabetes, paludismo, tifoidea y parasitosis. Además, es utilizada como una planta melífera. Los extractos de hoja y corteza contienen compuestos altamente tóxicos (Oloyede, 2010).

A detailed botanical illustration of a plant from the Boraginaceae family. The drawing shows several large, ovate leaves with prominent venation and serrated margins. A central stem rises from the foliage, bearing a cluster of small, tubular flowers. Below the leaves, several round fruits are depicted, some showing the characteristic four-lobed structure of the family. The entire illustration is rendered in a light, sketchy style against a dark olive-green background.

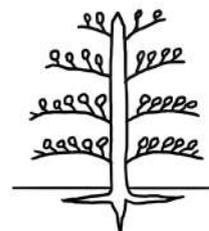
Boraginaceae

La familia está conformada por más de 130 géneros y unas 2300 especies, distribuidas principalmente en las regiones subtropicales y mediterráneas. Se divide en subfamilias con base en las características del fruto: Cordioideae A. Gray, Ehretioideae Arn., Heliotropioideae (Schrad. y Wellste) Arn. Boraginoideae Arn. y Wellstediaceae (Novák). Integrada por árboles, arbustos, bejucos, trepadoras o hierbas anuales o perennes, generalmente pubescentes, hispídeos o estrigosos. Presentan hojas simples y alternas, raramente sub-opuestas a opuestas, con bordes enteros o dentados, pinnatinervadas y usualmente de consistencia áspera al tacto. El carácter tosco de las vellosidades se debe al óxido de silicio y al carbonato de calcio. Sin estípulas. Muchas de las plantas de esta familia presentan una inflorescencia axilar o terminal tipo cima helicoidal o escorpioide, algunas veces agrupadas densamente con apariencia capitada o espigada, o reunidas en inflorescencias paniculiformes. Flores pentámeras, bisexuales o unisexuales, actinomorfas a veces zigomorfas, simpétalas, hipóginas. Cáliz con 5 sépalos libres o unidos en la base, generalmente persistentes con el fruto. Corola con 5 pétalos verdes, blancos o amarillos. Frutos en drupas o nueces con 1 a 4 semillas, a veces seco y de 4 núculas al madurar (para mayor información revisar Britton, 1951; Weigend *et al.*, 2016; Attar *et al.*, 2018).

Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken

Bojón, laurel, palo María

Sinonimias: *Cerdana alliodora* Ruiz & Pav.; *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Cham. ex A. DC.; *Cordia gerascanthus* Jacq.; *Lithocardium alliodorum* (Ruíz & Pav.) Kuntze, *Cordia andina* Chodat.



FAGERLIND

Figura 22. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *C. alliodora* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol con altura de hasta 40 m y **diámetro normal** de hasta 90 cm; **copa** pequeña, estrecha y abierta; **fuste** recto con un solo eje y **ramas** simpodiales extendidas, verticiladas en la parte superior; **corteza** externa finamente fisurada, color pardo grisáceo a pardo amarillenta (Vester, 2017). **Hojas** alternas y simples, con láminas de 4.5 a 17 cm de largo y 2 a 5 cm de ancho, elípticas u oblongas, cubiertas de tricomas estrellados y con olor a cebolla al estrujarse (Johnson y Morales, 1972; Pennington y Sarukhán, 2005; Peña-Chocarro *et al.*, 2011; Ochoa-Gaona *et al.*, 2018).

Las **flores** son hermafroditas, presentes en panículas axilares o terminales, vistosas, de 5 a 15 cm de largo y de 1.2 a 1.5 cm de diámetro, las cuales abren por la noche.

El **fruto** es una nuez o drupa liviana, de color café, de 2 a 3 cm de largo y 3 a 4 cm de ancho, una sola semilla de 0.3 a 0.5 cm de largo, color café (Johnson y Morales, 1972).

La época de **floración** coincide con la estación seca y los **frutos** maduran de septiembre a abril. La polinización es llevada a cabo por pequeñas polillas y otros insectos como las abejas; la **dispersión** es principalmente por aire, pero las aves frugívoras y primates también llegan a dispersar los frutos (Machado *et al.*, 2010; Fierro *et al.*, 2012).

La recolección de **semillas** puede realizarse directamente del árbol cuando los frutos están maduros (color marrón), de marzo a abril. Los frutos se recolectan sacudiendo las ramas, la separación de la semilla es manual. El número de semillas por kg varía de entre 20,000 a 42,000. Estas se pueden almacenar por más de 3 meses si se mantienen a 5°C y con una humedad menor de 25 %, no se recomienda el secado al sol, ya que puede dañar las semillas. El porcentaje de germinación varía entre 55 a 85 %. Aunque no se requiere tratamiento pregerminativo se recomienda que las semillas se humedezcan en agua fría de 3 a 24 horas antes de la siembra (Rodríguez *et al.*, 2009).



Figura 23. Muestra de madera de *C. alliodora* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

La **madera** se caracteriza por presentar una **albura** color beige o amarilla grisácea y **duramen** café claro. No tiene olor ni sabor característico. Presenta poco brillo o lustre, veteado suave con tendencia a pronunciado, textura mediana heterogénea a gruesa heterogénea e hilo entrecruzado (Aguirre y Zevallos, 2014). Por su porcentaje de humedad se considera que es resistente a hongos de pudrición, seca fácilmente y no se producen defectos importantes (González-Luna y Cruz-Castillo, 2021). La densidad básica de la madera de *C. alliodora* es de 0.65 g/cm³; se clasifica como densidad básica mediana con resistencia media. La albura tiene una densidad básica de 0.552

g/cm³ y el duramen de 0.536 g/cm³ (Córdoba, 1997; Tamarit y López, 2007; González-Luna y Cruz-Castillo, 2021).

El bojón se encuentra en selvas altas y medianas perennifolias o en selva mediana y bajas subcaducifolias. Aunque es particularmente abundante en selva mediana con una densidad de hasta 8 árboles por hectárea con alturas de entre 10 y 12 m, la densidad en selvas bajas y altas es de menos de un árbol por hectárea. Se le puede encontrar al centro y noreste de la península de Yucatán. Su mejor desarrollo se presenta en climas cálido-húmedos con temperaturas medias de 18 a 32°C; con luz plena; prospera bien en suelos como rendzinas, vertisol pélico y luvisol crómico, es tolerante a inundaciones estacionales o de poca duración.

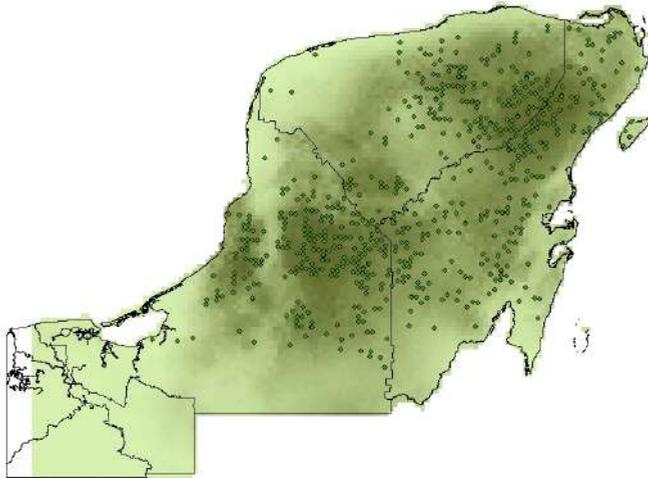


Figura 24. Distribución de bojón (*C. alliodora*) en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no se tienen registros y los puntos verdes corresponden a los registros de la especie.

La *C. alliodora*, es utilizada en las comunidades mayas como suministro de leña, en la ebanistería y construcción en general, también es utilizada como planta de sombra y ornato en parques y jardines. En medicina tradicional las flores y las hojas se usan como emolientes. Por la calidad de su madera se utiliza para la fabricación muebles, chapas, embalajes, productos torneados, canoas y barcos. Además, el árbol es usado en sistemas agroforestales y plantaciones comerciales (Fernández et al., 2019; González-Luna y Cruz-Castillo, 2021).

Cordia dodecandra DC.

Ciricote, k'óopte'

Sinonimias: *Cordia angiocarpa* A. Rich.; *Cordia dodecandrian* Sessé & Moc.; *Cordia heccaidecandra* Loes.; *Lithocardium angiocarpum* (Cham.) Kuntze; *Lithocardium dodecandrum* (A. DC.) Kuntze; *Plethostephia angiocarpa* (A. Rich.) Miers.



Figura 25. Tallo, flores, frutos y modelo arquitectónico de *C. dodecandra* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol con altura de hasta 30 m, **diámetro normal** de 40 a 70 cm; **fuste** derecho, cilíndrico, con un solo eje y **ramas** simpodiales extendidas; **copa** densa y redondeada; **corteza** fisurada, ligeramente escamosa longitudinalmente, color grisáceo o blanquecino (Vester, 2017). **Hojas** son simples, pecioladas y alternas, de elíptico oblongas a ampliamente ovadas, muy ásperas, con los bordes crenados o dentados, rara vez enteros. Las **flores** son de color anaranjado intenso, tubulares, con dimorfismo floral, dispuestas en panículas axilares y terminales, de 5 a 10 cm de largo y 4 cm de ancho. La **floración** se presenta regularmente entre los meses de febrero a abril, la **fructificación** entre mayo a agosto, y aunque se pueden encontrar frutos todo el año, los

frutos alcanzan su madurez entre mayo a junio. La polinización es llevada a cabo por abejas y colibríes principalmente (Canché-Colli *et al.*, 2020).

Los **frutos** son drupas con pericarpio carnoso comestible, de 3 (-5) cm de diámetro, en grupos de 2 (-10), cuando maduran tienen un color amarillo anaranjado (Pennington y Sarukhán, 2005). Cada fruto contiene un hueso muy lignificado con una u ocasionalmente 2 semillas lanceoladas y aplanadas lateralmente, de 1 a 1.5 cm de largo y de 5 a 8 mm de ancho y de 3 a 4 mm de espesor. La **dispersión** de los frutos la realizan principalmente primates como *Alouatta pigra*, *Ateles geoffroyi* y murciélagos frugívoros (Dzul-Cauich, 2018; Esparza-Olguín *et al.*, 2019).

La recolección de **semillas** (frutos) puede realizarse cuando los frutos ya están maduros o de color amarillo intenso, entre los meses de mayo a junio. Los frutos se colectan sacudiendo las ramas o con ganchos, se guardan en costales para permitir el proceso de fermentación o se remojan durante 3 a 4 días. Para facilitar la eliminación de la parte carnosa, se maceran con la ayuda de una malla metálica o con cuchillo, hasta dejar los endocarpios limpios (Simei *et al.*, 2016). Se secan durante 2 horas a la luz directa. Para el almacenamiento de las semillas el secado se debe extender a dos días. Las semillas siguen siendo viables dentro de la testa durante aproximadamente 13 meses cuando se almacena en condiciones ambientales (24 a 30 °C). Con un almacenamiento más prolongado, su viabilidad disminuye rápidamente. Las semillas se almacenan hasta por 16 meses a 5 °C de temperatura con 8 % de contenido de humedad en envases herméticamente sellados, manteniendo un 50 % de viabilidad. Las semillas frescas germinan al 90 % sin pretratamiento y se clasifican como ortodoxas (Vozzo, 2010).



Figura 26. Muestra de madera de *C. dodecandra* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

La **madera** de albura presenta una coloración amarilla y el duramen de amarillo café muy oscuro a grisáceo con varios tonos de gris, no tiene olor ni sabor característico, muestra poco brillo, vetado pronunciado, textura fina heterogénea a mediana heterogénea e hilo recto. Esta madera tiene una densidad específica de 0.84 g/cm³, y se clasifica como excesivamente pesada y muy dura.

En la península de Yucatán crece en suelos calcáreos con afloramiento de rocas y en suelos cambisoles con buen suministro de agua; la baja disponibilidad de potasio es un factor limitante (Reuter, 2006). Se encuentra en selvas medianas del sur de Campeche y Quintana Roo, con una densidad de 3 árboles por hectárea, con alturas entre 6 y 10 m, en selva baja caducifolia con más de un árbol por hectárea y menos de un árbol por hectárea en selvas altas. Se desarrolla bien en temperaturas de 13 a 39 °C y con precipitaciones que van de los 900 a 1,800 mm anuales.

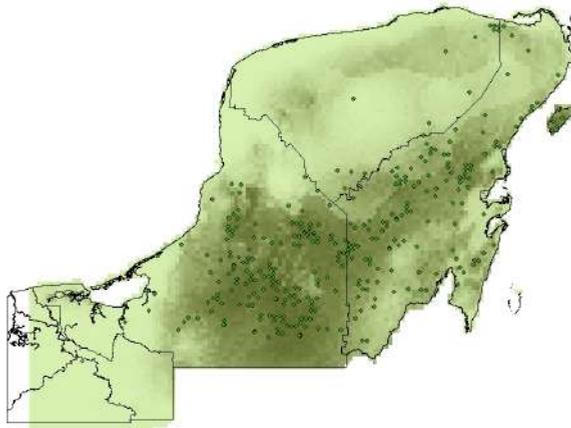
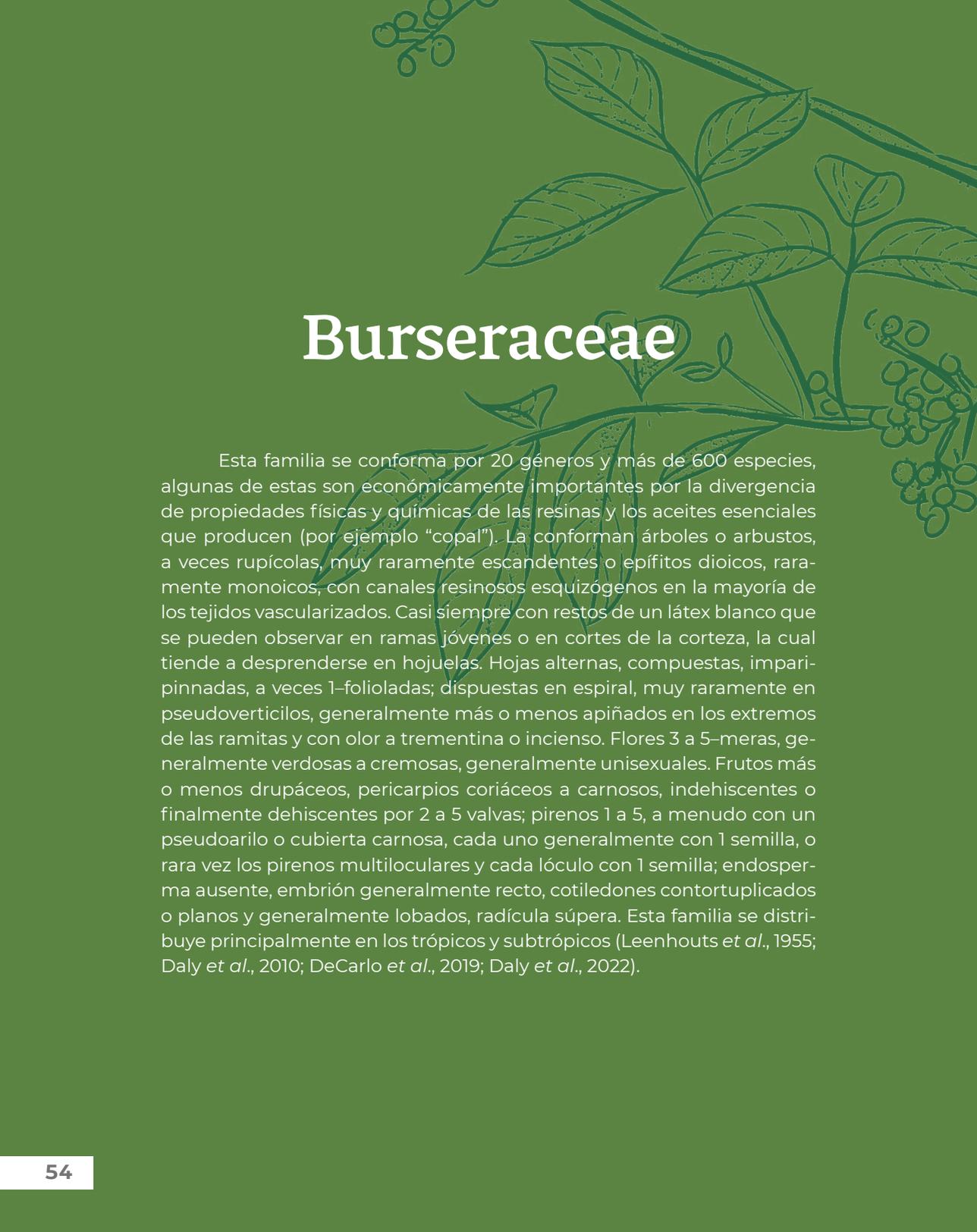


Figura 27. Distribución de circicote (*C. dodecandra*) en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no se tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

El principal uso del circicote en la península de Yucatán es la madera, ya que tiene gran utilidad por su dureza, durabilidad y vistoso vetado, empleado principalmente para fabricar muebles diversos y artesanías. También es apreciado por los frutos comestibles que son preparados principalmente en almíbar y mermelada. Sus hojas se usan en el medio rural para lavar trastos y utensilios de cocina. La corteza es utilizada para el tratamiento de la tos. Esta especie se planta con frecuencia en patios traseros y se valora como árbol de sombra y ornamental en calles, parques, jardines y áreas verdes de ciudades. Las flores son melíferas y las hojas se utilizan como alimento para cerdos. El extracto de *C. dodecandra* posee actividad antibacteriana y antioxidante (Vozzo, 2010; García, 2021).



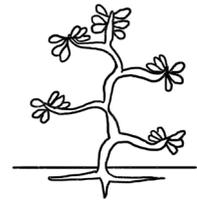
Burseraceae

Esta familia se conforma por 20 géneros y más de 600 especies, algunas de estas son económicamente importantes por la divergencia de propiedades físicas y químicas de las resinas y los aceites esenciales que producen (por ejemplo “copal”). La conforman árboles o arbustos, a veces rupícolas, muy raramente escandentes o epífitos dioicos, raramente monoicos, con canales resinosos esquizógenos en la mayoría de los tejidos vascularizados. Casi siempre con restos de un látex blanco que se pueden observar en ramas jóvenes o en cortes de la corteza, la cual tiende a desprenderse en hojuelas. Hojas alternas, compuestas, imparipinnadas, a veces 1-folioladas; dispuestas en espiral, muy raramente en pseudoverticilos, generalmente más o menos apiñados en los extremos de las ramitas y con olor a trementina o incienso. Flores 3 a 5-meras, generalmente verdosas a cremosas, generalmente unisexuales. Frutos más o menos drupáceos, pericarpios coriáceos a carnosos, indehiscentes o finalmente dehiscentes por 2 a 5 valvas; pirenos 1 a 5, a menudo con un pseudoarilo o cubierta carnosa, cada uno generalmente con 1 semilla, o rara vez los pirenos multiloculares y cada lóculo con 1 semilla; endosperma ausente, embrión generalmente recto, cotiledones contortuplicados o planos y generalmente lobados, radícula súpera. Esta familia se distribuye principalmente en los trópicos y subtrópicos (Leenhouts *et al.*, 1955; Daly *et al.*, 2010; DeCarlo *et al.*, 2019; Daly *et al.*, 2022).

Bursera simaruba (L.) Sarg.

Chaká, palo mulato, papelillo

Sinonimias: *Bursera bonairensis* Boldingh; *Bursera gummífera* (L.); *Bursera integerrima* (Tul.) Triana & Planch.; *Bursera ovalifolia* (Schltdl.) Engl.; *Bursera subpubescens* Rose; *Elaphrium simaruba* (L.) Rose.; *Elaphrium subpubescens* Rose; *Pistacia simaruba* L.; *Tapiria macrophylla* Lundell.



CHAMPAGNAT



RAUH

Figura 28. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *B. simaruba* del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol con altura de hasta 30 m y **diámetro normal** de hasta 100 cm; **corteza** escamosa y papirácea, con una coloración rojiza, rojo-cobrizo, o café-rojizo a verdosa, la cual se desprende con facilidad en tiras u hojuelas irregulares; **copa** irregular y dispersa; **tronco** con una ligera torcedura en su parte media o superior sin contrafuertes, con pocas **ramas** gruesas, torcidas que con frecuencia se bifurcan a 2 m del suelo y se rompen fácilmente (Vester, 2017). **Hojas** compuestas, dispuestas en espiral imparipinnadas, con olor a trementina al estrujarse. Las **flores** en panículas tirsiformes terminales o pseudoracimos, de 6 a 13 (hasta 20 a 28) cm de largo, incluyendo el pedúnculo; masculinas y femeninas individuales, con 4 a 5 pétalos rosados, verde-amarillentos o blancos (Pennington y Sarukhán, 2005). Especie caducifolia, la **floración**

ocurre de febrero a mayo, polinizada por insectos, principalmente abejas (*Trigona* spp, *Apis mellifera*, Euglossinae).

El **fruto** es una cápsula trivalvada, globosa u ovoide-triangular, color moreno rojizo a púrpura, de 10 a 15 mm de largo, contiene una o dos semillas de aproximadamente 0.10 cm, color amarillo, cubiertas por arilo de color rojo, maduran entre octubre a marzo y son dispersadas por aves como el *Vireo griseus*, murciélagos frugívoros, pequeños roedores, monos como el aullador *Alouatta palliata*, ardillas y jabalíes (Trainer y Will, 1984; Scott y Martin, 1984; Estrada y Coates-Estrada, 1986; Chapman, 1989; Greenberg et al., 1995; Rodríguez et al., 2009).

Los **frutos** se recolectan directamente del árbol cuando las cápsulas aún se encuentran cerradas y son de color verde a rojizo (los frutos abren rápidamente y las semillas caen al suelo). Los frutos se depositan en lonas y se dejan secar al sol o media sombra por dos o tres días hasta que abran. Una vez abiertos se procede a eliminar el mesocarpio que tienen adherido lavándolos con agua corriente, una vez limpios se ponen a secar al aire. El número de pirenos limpios por kilogramo es de 10,800 unidades y presentan un comportamiento ortodoxo; se pueden almacenar dentro de recipientes herméticos con un contenido de humedad de 6 a 8 % a 4 °C, manteniéndose viables por más de dos años. Almacenadas al medio ambiente conservan la viabilidad por 10 meses con un porcentaje de germinación de 75 % (Rocas et al., 2010).

La **madera** no presenta olor y sabor característico, muestra diferencia de color entre la **albura** y el **duramen**. La albura es de color amarillo crema con bandas blancas, con brillo alto sobre todo en las caras radiales, vetado suave, textura mediana con anillos de crecimiento marcados. La madera es fácil de trabajar, pero es susceptible al ataque de varios insectos como escarabajos, barrenadores y termitas. Esta madera se considera como suave, presenta una densidad básica de 0.452 g/cm³ y se clasifica como media (Tamarit y López, 2007).



Figura 29. Muestra de madera de *B. simaruba* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El Chaká se desarrolla en el trópico húmedo, subhúmedo y seco. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 1,000 msnm. En un rango de precipitación de 800 a 3,000 mm anuales y una temperatura promedio anual de 18 a 25°C; se encuentra en diversos tipos de suelos, desde los pedregosos hasta los salinos, crece mejor en suelos fértiles, con textura franca, arenosa, arcillosa, de mal drenados a permanentemente inundados; se le puede encontrar prácticamente en toda la península de Yucatán a excepción de las zonas costeras. Aunque se distribuye en una gran variedad de ambientes, las mayores densidades se encuentran en las selvas medianas del centro de la península con más de 50 individuos por hectárea. En las selvas bajas se pueden encontrar hasta 5 árboles por hectárea con una altura de hasta 12 m. Se distribuye en más del 60 % de la superficie total de la península.

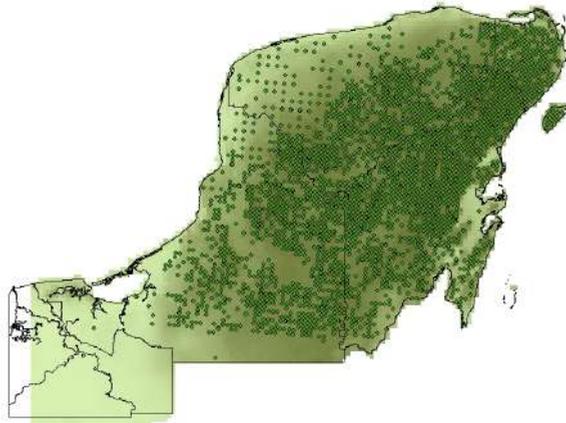


Figura 30. Distribución de chaká (*B. simaruba*) en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde oscuro corresponden a los registros de la especie.

La madera se usa comúnmente para construir casas rurales y cercas vivas, como ornato, de sombra y como leña. En la zona maya se le usa para curar las quemaduras del chechem (*Metopium brownei*). Los frutos y el follaje se utilizan como forraje para el ganado. Los frutos, semillas, hojas y corteza tienen valor medicinal popular para tratar heridas, gota, enfermedades digestivas, dolor de muelas, fiebre, cálculos renales e infecciones pulmonares. La corteza también se usa como antídoto para las mordeduras de serpientes, y las cataplasmas de hojas se usan para detener las infecciones de gangrena (Vásquez-Dávila, 1995).

La madera se puede utilizar para hacer canoas y mangos de herramientas agrícolas; la savia resinosa se puede utilizar para elaborar barnices o colas para madera que puedan sustituir a la goma arábiga. El árbol también se utiliza en cafetales y cacaotales en sistemas agroforestales. Los extractos de hojas y corteza tienen efectos antiinflamatorios y actividad antimicrobiana (Camacho, 2006; Rojas y Rodríguez, 2008; Coley y Ahumada, 2019; DeCarlo *et al.*, 2019).

Fabaceae

Esta familia está conformada por 727 géneros y 19,325 especies (Lewis *et al.*, 2005); tiene gran importancia agrícola y probablemente es la familia de árboles de mayor importancia en el neotrópico. Es bien conocida por su empleo en la alimentación humana (alubias, *Phaseolus sp.*; lentejas, *Lens culinaris*; soja, *Glycine max*; cacahuete, *Arachis hypogaea*). Se distribuye en clima cálido y templado, principalmente. La conforman plantas herbáceas, trepadoras, arbóreas o arbustivas, anuales o perennes. Hojas muy variadas, pero mayormente compuestas, alternas y con estípulas. Además, tanto foliolos como hojas poseen un peciolo (peciólulo) cilíndrico. Las hojas compuestas pueden ser trifoliadas, pinadas o digitadas, en ocasiones reducidas a zarcillos, transformadas en espinas o ausentes. Es frecuente la presencia de espinas por transformación del raquis de las hojas, de las estípulas o del tallo. Flores hermafroditas, normalmente muy vistosas, adaptadas a la polinización por insectos. Corola con 5 pétalos libres; cáliz con 5 sépalos más o menos soldados, en ocasiones bilabiado. Tienen 10 estambres libres o unidos por los filamentos en uno (monadelfo) o dos haces (diadelfos). Las flores pueden ser solitarias o agruparse en racimos (erectos o péndulos) o glomérulos. Fruto tipo legumbre, en ocasiones lomento o nuez. Semillas arriñonadas, con testa gruesa y dos cotiledones con alto contenido en proteínas. Hilo muy visible, próximo al micropilo. Fijadoras de nitrógeno atmosférico mediante bacterias simbiotes como *Allorhizobium*, *Rhizobium*, entre otras, presentes en nódulos radicales, es una característica que presentan muchas leguminosas. Las fabaceas presentan una distribución cosmopolita y se desarrolla en diversos tipos de climas y ecosistemas, especialmente en tierras de altitudes bajas y medias (Lewis *et al.*, 2005, De Stefano y Cetzal-Ix, 2016).

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.

Pich, guanacaste, parota, orejón

Sinonimias: *Albizia longipes* Britton & Killip; *Feuilleea cyclocarpa* (Jacq.) Kuntze; *Mimosa cyclocarpum* (Jack); *Mimosa cyclocarpa* Jacq.; *Mimosa parota* Sessé & Moc.; *Pithecellobium cyclocarpum* (Jacq.) Mart.; *Prosopis dubia* Kunth.

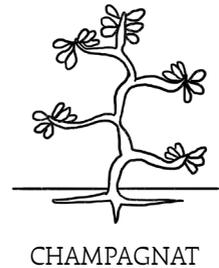


Figura 31. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *E. cyclocarpum* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de hasta 30 m de altura y **diámetro normal** de hasta 3 m, **tronco** derecho, corto con pequeñas espuelas en la base y en ocasiones con contrafuertes en la base, **corteza** externa lisa a granulosa, de color gris claro a gris pardusco, con abundantes lenticelas. **Copa** hemisférica, **ramas** gruesas y ascendentes que producen una copa amplia y extendida (Vester, 2017). **Hojas** bipinnadas, de 15 a 40 cm de largo, linear-oblongas, folíolos opuestos, de 8 a 15 mm de largo, en espiral. Glándula redonda localizada en la mitad del peciolo. Las **flores** son blancas, actinomorfas dispuestas en

cabezuelas axilares, de 1.5 a 2 cm de diámetro, de 1.5 a 3.5 cm de largo (Pennington y Sarukhán, 2005). **Florece** de febrero a junio, aunque puede variar según la región. Los árboles pierden sus hojas de febrero a abril. La polinización es llevada a cabo por palomillas y abejorros pequeños de actividad nocturna.

Los **frutos** son vainas circulares indehiscentes, de 7 a 12 cm de diámetro, aplanadas y enroscadas, leñosas, color café oscuro brillante, retorcida, olor y sabor dulce. Contiene de 10 a 15 semillas. Las **semillas** son ovaladas, aplanadas lateralmente, de 14.5 a 17.5 mm de largo, de 7.8 a 11.2 mm de ancho (Rodríguez, 2009). Los frutos maduran entre abril a julio, les toma 3 meses madurar. La **dispersión** de los frutos es por agua o por algunos mamíferos como el tapir (Fragoso y Huffman, 2000; O’Farril *et al.*, 2013) y jabalíes, *Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*, respectivamente (Beck, 2005), y fauna domestica como caballos y vacas, aunque las heces de ganado contienen muchas semillas fértiles, estas son consumidas por los ratones (Janzen, 1982; 1986).

Los frutos pueden recolectarse del suelo, cuando están de un color pardo oscuro y al moverlos se escucha el ruido de las semillas, regularmente en los meses de mayo a julio. Para extraer las semillas es necesario romper o macerar los frutos. Es más fácil cuando se dejan secar completamente al sol. Las semillas son grandes y pueden separarse fácilmente de forma manual. En promedio hay de 1,100 a 1,170 semillas/kg; pueden almacenarse en envases de plástico a 5 °C con 6 a 8 % de humedad, la viabilidad se mantiene por más de 10 años a temperatura ambiente hasta por 13 meses, con un porcentaje de germinación del 80 % (Vozzo, 2010; Rodríguez-Trejo, 2021).

La **madera** se caracteriza por tener un sabor picante, sin olor, presenta diferencia de color entre albura y duramen, la albura es blanco con jaspeaduras castañas y surcos castaño fuerte, el duramen es castaño claro con brillo mediano, veteadado pronunciado, textura gruesa e hilo entrecruzado; anillos de crecimiento no marcados. La madera tiene un peso específico de 0.45 g/cm³ a 0.49 g/cm³, se clasifica como muy liviana (Tamarit y López, 2007).



Figura 32. Muestra de madera de *E. cyclocarpum* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Se puede encontrar *E. cyclocarpum* en selvas altas, medianas y bajas de la península de Yucatán con una densidad menor de un árbol por hectárea, con alturas de hasta 18 m y diámetros mayores a un metro, se puede encontrar mayor densidad de esta especie en espacios abiertos. Se desarrolla mejor en temperaturas entre 23 a 28°C, con precipitaciones entre 750 a 2,500 mm anuales, en suelos tipo vertisol pélico y vertisol gleyco, con textura arenosa, franco arenoso y arcillosa, limosa, profundos y buen drenaje. Se distribuye principalmente al norte de Yucatán y parte de Quintana Roo.

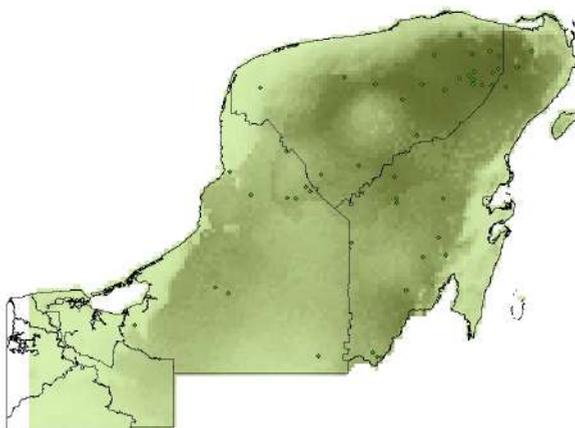


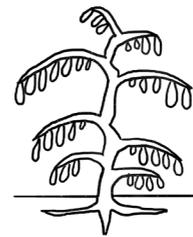
Figura 33. Distribución de pich (*E. cyclocarpum*) en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

Esta especie es un árbol con múltiples usos en la zona maya. Utilizado principalmente como leña, carbón, para construcción de viviendas y como fuente de forraje para ganado. Los frutos son comestibles, de los cuales se prepara harina (Flores, 2002). En otras regiones se utiliza como árbol de sombra en las plantaciones de café y en sistemas silvopastoriles. Se siembra en praderas como árbol forrajero, como árbol ornamental y de sombra en los bordes de caminos y en parques y jardines. La corteza contiene ácido tánico por lo que seca y finamente molida es utilizada para curtir pieles. También, se utiliza en infusión para bajar la fiebre y curar el sarpullido; es depurativa. De la madera se construyen muebles y armarios, chapas, paneles, canoas, postes, leña y carbón. Debido a que es resistente a la humedad, la madera se utiliza en la edificación de barcos. La goma se usa como remedio para la bronquitis y el resfriado. Los frutos verdes son astringentes y se utilizan en casos de diarrea. Además, es una especie melífera (Vozzo, 2010; Molina–Botero *et al.*, 2019).

Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.

Tzalam, tsalam, boxtzalam, dzalam

Sinonimias: *Acacia bahamensis* (Benth.) Griseb.; *Acacia formosa* A. Rich.; *Acacia latisiliqua* (L.) Willd.; *Leucaena latisiliqua* (L.) Gillis; *Lysiloma bahamense* Benth. [Spelling variant]; *Lysiloma bahamense* Benth.; *Lysiloma latisiliqua* A. Gray ex Sauvalle; *Lysiloma latisiliqua* (L.) Benth. [Spelling variant]; *Mimosa latisiliqua* L.



TROLL

Figura 34. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *L. latisiliquum* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de 15 a 20 m de **altura, diámetro normal** hasta 70 cm, **fuste** recto con **ramas** ascendentes luego horizontales y péndulas, **copa** redonda, (Vester, 2017). **Cor-teza** finamente fisurada de tonalidad gris pardusco, con algunas lenticelas blancas. **Hojas** compuestas bipinnadas con yemas de 3 a 4 mm de largo, irregulares, rodeadas por estípulas agudas, pardo oscuras. Las **flores** son cabezuelas solitarias o agrupadas, axilares, a veces terminales, de 1.5 cm de diámetro (Pennington y Sarukhán, 2005). La **floración** se presenta durante los meses de marzo a junio, es polinizada por abejas y murciélagos como el *Artibeus jamaicensis* (Chemas y Rico-Gray, 1991; MacSwiney et al., 2017).

Los **frutos** son vainas de 9 a 15 cm de largo y de 2 a 4 cm de ancho, dehiscentes, en forma aplanada, agudas, color café oscuro. Las **semillas** son abundantes, color pardo moreno, brillantes y aplanadas, de 7.6 a 8 mm de largo, de 3 a 4 mm de ancho y de 1.1 a 1.5 mm de grosor. La **dispersión** de semillas es por lanzamiento desde los frutos cuando estos maduran, entre los meses de septiembre a noviembre (Flores, 1990).

Los frutos se deben recolectar antes que las vainas se abran, cuando tengan un color marrón oscuro o negro, cada vaina contiene entre 8 y 10 semillas, se estiman 39,000 semillas/kg. La extracción de la semilla es manual y fácil. Los frutos se colocan en una manta y se exponen al sol durante 4 a 5 días, en periodos de 3 a 4 horas. Las semillas se extraen golpeando las vainas o abriéndolas manualmente. Las semillas se pueden almacenar en envases sellados y en un lugar fresco. La germinación varía entre 40 y 50 % en semillas frescas. Esto se mejora con un tratamiento pregerminativo de inmersión en ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos, lo cual aumenta la germinación hasta un 90 % (Cordero *et al.*, 2003).

La **madera** no presenta olor y sabor característico, brillo de medio a alto, textura media, veteado pronunciado e hilo recto. La madera es dura y su **albura** es color crema amarillenta, el **duramen** color café claro a oscuro con matiz cobrizo o morado, presenta un veteado de suave a pronunciado, superficie medianamente lustrosa, presenta algunos problemas de secado, ligeramente susceptible a la pudrición, no se recomienda su uso en exteriores en contacto con el suelo. La madera tiene un peso específico de 0.712 g/cm³ y se clasifica como una madera pesada (Tamarit y López, 2007; Richter *et al.*, 2009; Haag *et al.*, 2019).



Figura 35. Muestra de madera de *L. latisiliquum* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El tzalam se desarrolla en selvas medianas subperennifolias, subcaducifolias y vegetación secundaria, crece bien sobre suelos calcáreos con buen drenaje, también se le puede encontrar en selvas bajas caducifolias. Prospera en suelos de tipo sedimentario y con buen drenaje. Se desarrolla en zonas con temperaturas de 25 a 32 °C y con precipitaciones de 1,100 a 2,000 mm anuales, es intolerante a la sombra y tolerante a las sequías que se presentan de 4 a 6 meses. Se distribuye en casi toda la península de Yucatán, a excepción de las costas y selvas bajas inundables. En las selvas medianas de Quintana Roo se pueden encontrar más de 50 individuos por hectárea con una altura promedio de 9 m y un diámetro normal de 18 cm, en la selva baja se encuentran hasta 3 individuos por hectárea, y en la selva alta de Campeche se encuentran menos de un árbol por hectárea.

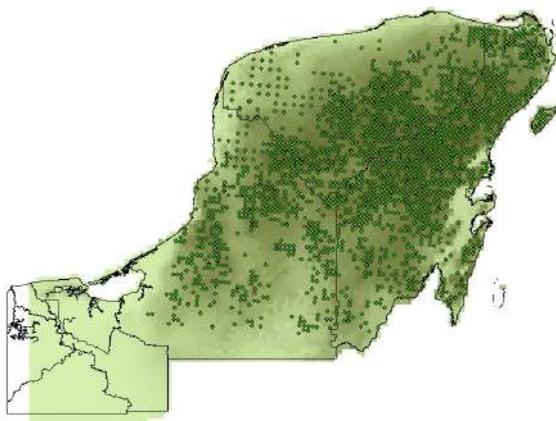


Figura 36. Distribución de tzalam (*L. latisiliquum*) en la península de Yucatán. Las zonas verdes oscuro son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

En la zona maya el tzalam tiene principalmente valor ritual. Se usa como leña para la cocción del “pib”. La madera se puede utilizar para duela, lambrín, parquet, chapa, postes, viviendas, ebanistería, puertas, ventanas, molduras, lápices, cajas, estuches, recubrimientos de interiores, juguetes, artesanías, torneados, artículos deportivos, ataúdes, vigas laminadas, productos ensamblados y terciados, maderamen, quillas para barcos y herramientas manuales.

Por ser una especie pionera, el tzalam puede ser utilizado para restaurar sitios que han sido quemados y en la alimentación de ganado en las zonas secas. Las hojas molidas se usan en baños para infecciones de la piel. Es una planta melífera que genera miel color ámbar oscuro y de gusto agradable (Chemas y Rico–Gray, 1991; Cordeiro *et al.*, 2003).

Piscidia piscipula (L.) Sarg.

Jabín, ja'abín,

Sinonimias: *Erythrina piscipula* L., *Ichthyomethia americana* (Sessé & Moc.) S.F. Blake, *Ichthyomethia communis* S. F. Blake, *Ichthyomethia piscipula* (L.) Hitchc., *Ichthyomethia piscipula* (L.) Kuntze, *Ichthyomethia piscipula* var. *typica* Stehlé & Quentin, *Piscidia americana* Sessé & Moc., *Piscidia communis* (S.F. Blake) Harms, *Piscidia erythrina* L., *Piscidia inebrians* Medik., *Piscidia toxicaria* Salisb., *Robinia alata* Mill.



Figura 37. Tallo, hojas, flores y modelo arquitectónico de *P. piscipula* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol que alcanza hasta 20 m de **altura** y hasta 50 cm de **diámetro normal**, **ramas** ascendentes con la parte terminal horizontal, **tronco** recto, **copa** redondeada y densa, compuesta de ramas delgadas y ascendentes (Vester, 2017). **Corteza** fisurada, color pardo grisáceo con tintes rojizos, gruesa y áspera, desprendible en escamas rectangulares en árboles adultos, lisa y verde en árboles jóvenes; ramas jóvenes verdes con lenticelas; estípulas anchas. **Hojas** compuestas, alternas, imparipinnadas, con tres a cuatro pares de folíolos y uno terminal, color verde oscuro y brillante en el haz y verde pálido en el envés. Los folíolos presentan variaciones morfológicas. **Flores** agrupadas en panículas axilares, de 5 a 10 cm de largo, ligeramente perfumadas, pétalos

rosados o ligeramente morados, el estandarte con una mancha verdosa y la quilla con una marca rojiza (Pennington y Sarukhán, 2005). Al interior contienen 10 estambres, de 12 mm de largo, ovario alargado, estilo recurvado hacia arriba. La **floración** ocurre de febrero a mayo, las flores son polinizadas por el pájaro *Icterus cucullatus* que consume el néctar, y abejas nativas (Meléndez, *et al.*, 2020).

El **fruto** es una vaina indehisciente, de 2 a 8 cm de largo, con 4 alas membranosas y márgenes ondulados, color pardo amarillento; contiene de 1 a 10 semillas separadas entre sí por una serie de septos leñosos. Las **semillas** son oblongas, elípticas o vagamente reniformes, con una ligera compresión lateral, de 5 a 6 mm de largo por 2 a 3 mm de ancho, cubierta color castaño rojizo a castaño oscuro o marrón, lisa y coriácea, opaca (Pennington y Sarukhán, 2005). La formación del fruto se da entre marzo a mayo, y fructifica entre julio y agosto. La **dispersión** de los frutos es principalmente por el viento.

Los frutos se recolectan directamente del árbol cuando están secos y tienen un color pardo amarillento. La extracción de las **semillas** se realiza de forma manual. Las impurezas acompañantes se retiran usando tamices o sopladoras de viento. El número de semillas limpias por kilogramo varía de 78,000 a 104,000 unidades. Éstas posiblemente presentan un comportamiento ortodoxo. Almacenadas al medio ambiente conservan la viabilidad por 12 meses (Rocas *et al.*, 2010).

La **madera** se caracteriza por no presentar olor ni sabor distintivo, **duramen** color café castaño amarillento con matiz verdusco, con vetas aisladas color olivo oscuro; **albura** color crema, grano entrecruzado, frecuentemente irregular presenta un vetado en relieve muy atractivo alternando capas de diferentes colores entresacadas con brillo bajo. El duramen es muy resistente a los hongos de pudrición, posiblemente apta para servicio en exteriores en contacto con el suelo. Madera poco permeable. La densidad o peso específico es de 0.59 g/cm³, se clasifica de contracción escasa (Richter *et al.*, 2009).



Figura 38. Muestra de madera de *P. piscipula* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El jabín, se encuentra de forma abundante en la península de Yucatán en selva mediana subperennifolia y subcaducifolia con más de 50 individuos por hectárea, con un diámetro promedio de 20 cm y una altura de 10 m, en menor densidad en la selva baja con hasta dos árboles por hectárea y en selvas altas menos de un árbol por hectárea. Se le encuentra en mayor abundancia en áreas afectadas por incendios. Las áreas con mayor densidad son el centro y norte de la península. Se desarrolla en suelos calcáreos y prospera en suelos de tipo sedimentario y con buen drenaje. Se desarrolla en zonas con temperaturas de 24 a 32 °C y con precipitaciones de 1,100 a 2,000 mm anuales, es tolerante a la sombra.

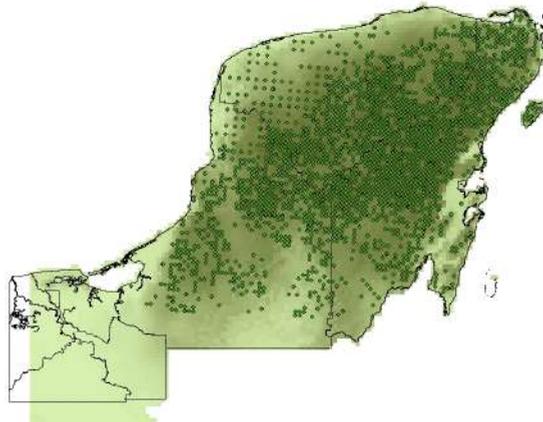


Figura 39. Distribución de jabín (*P. piscipula*) en la península de Yucatán. Las zonas verdes oscuro son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

La madera de *P. piscipula*, es utilizada en el medio rural como leña, carbón y construcciones de casas y también con fines medicinales en casos de neuralgias, espasmos, dismenorrea, insomnio, tensión, irritabilidad nerviosa y migraña. Esta especie puede ser utilizada en la construcción de embarcaciones, para duela, parquet, lambrín y decoración de interiores.

La corteza contiene diversos alcaloides y glucósidos que poseen efectos insecticidas, sedantes, analgésicos, narcóticos, sudoríficos, antiinflamatorios, cardiotónicos y diuréticos (Rico–Gray *et al.*, 1991). También es utilizado como cerco vivo, sombra y ornato. Es apropiado para ser utilizado en programas de reforestación, restauración ecológica y en sistemas agroforestales (Dzib–Castillo *et al.*, 2021). Es una especie melífera, valorada por las características de la miel (Zamora *et al.*, 2009; Porter–Bolland, 2003).

Platymiscium yucatanum Standl.

Granadillo, subinché, chulul

Sinonimias: No aplica.



Figura 40. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *P. yucatanum* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol con **alturas** de hasta 35 m, **diámetro normal** de hasta 80 cm; **tronco** derecho, que puede presentar pequeños contrafuertes, **copa** abierta e irregular. **Cor-teza** fisurada, color café oscuro. **Hojas** compuestas decusadas o en verticilos de tres, imparipinadas, con estipulas interpeciolares, caedizas, folíolos color verde brillante en el haz y verde amarillento o pálido en el envés, las venas secundarias se destacan por su color amarillo. **Flores** amarillas, dispuestas en racimos, en las axilas de las hojas caídas, de 5 a 8 cm de largo, finamente pubescentes o glabros. Las flores están sobre pedicelos, de 1 a 1.5 mm de largo, papilionadas, con 7 mm de largo (Pennington y Sarukhán, 2005). Especie caducifolia. La **floración** generalmente ocurre de febrero a mayo. La polinización es por abejas y la **dispersión** de semillas por el viento.

El **fruto** es una vaina indehisciente alada, color café y de forma oblonga alargada, que mide hasta 8 cm de largo por 3 cm de ancho. Contiene una semilla oblonga alargada, color café claro, en uno de los lados se observa un canal circular. La **semilla** mide 2 cm de largo por 1 cm de ancho y contiene una sola semilla. La fructificación ocurre de mayo a agosto (Rodríguez *et al.*, 2009; Rodríguez-Trejo, 2021). Los frutos son dispersados por el viento; y consumidos por los monos aulladores *Alouatta pigra* (Righini, *et al.*, 2017).

La **madera** no tiene olor ni sabor característico, presenta diferencia de color entre **albura** y **duramen**, albura color amarilla y duramen castaño rojizo con bandas más oscuras que corresponden a las fibras y líneas blancas del parénquima, con brillo mediano, veteado pronunciado, textura mediana a fina heterogénea e hilo recto; anillos de crecimiento marcados. El duramen es muy resistente a los hongos de pudrición, apta para servicio en exteriores en contacto con el suelo. Además, es resistente a las termitas y a los hongos *Lenzites trabea* y *Coriolus versicolor* (Reyes-Chilpa *et al.*, 1998). La madera presenta una densidad básica de 0.66 g/cm³, y se clasifica como alta, la albura tiene una densidad básica de 0.727 g/cm³ y el duramen de 0.713 g/cm³ (Tamarit y López, 2007; Richter *et al.*, 2009; Haag *et al.*, 2019).



Figura 41. Muestra de madera de *P. yucatanum* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El granadillo se distribuye en selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia y selva baja. Aunque se encuentra mayor densidad de individuos en las selvas medianas con hasta 5 árboles por hectárea, con una altura promedio de 10 m y diámetro normal de 16 cm, mientras que hay menos de un árbol por hectárea en selvas bajas y altas. Se puede encontrar granadillo en casi toda la península a excepción de las costas. Se desarrolla mejor en gradientes de precipitación de 800 a 2,500 mm, el rango de temperatura es de 22 a 32 °C, se encuentra principalmente en suelos de origen volcánico y de origen calizo, con buen drenaje superficial, con materia orgánica, tolera suelos inundables, pero por períodos cortos, requiere de luz plena y es tolerante a sequías.

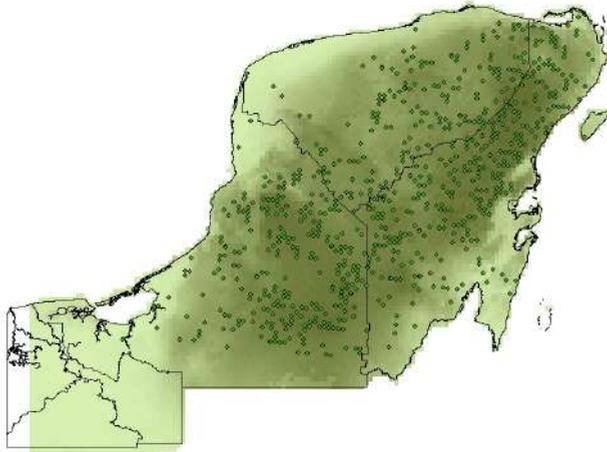


Figura 42. Distribución de granadillo (*P. yucatanum*) en la península de Yucatán. Las zonas verdes oscuro son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

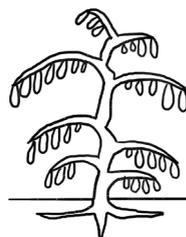
En la península es altamente valorado por su madera, se utiliza principalmente para la construcción de muebles, aunque su madera es considerada de alto valor comercial, es de reducida disponibilidad. Se utiliza como parte de la medicina tradicional para curar enfermedades de la piel utilizando los extractos de las raíces (Vera-Ku et al., 2015).

También se utiliza en la ebanistería fina, chapas rebanadas decorativas, instrumentos musicales (marimbas, guitarras), parquet, duelas, cubiertas de mesas de trabajo y de cocina, artesanías, objetos tallados y torneados. El granadillo se podría utilizar como parte de la transición de las parcelas agroforestales con la vegetación natural (Dzib-Castillo et al., 2021). Se ha comprobado que los extractos de tallos y hojas de *P. yucatanum* contienen activos que contribuyen a los tratamientos de la *Leishmaniasis* enfermedad transmitida por un mosquito (Vera-Ku et al., 2015).

Swartzia cubensis (Britton & P. Wilson) Standl.

Katalox, kataloox

Sinonimias: *Swartzia cubensis* var. *cubensis*, *Swartzia lundellii* Standl., *Touatea cubensis* Britton & P. Wilson.



TROLL

Figura 43. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *S. cubensis* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de porte medio con **alturas** de 15 a 25 m, **diámetro normal** de 40 a 70 cm; **tronco** recto; **copa** regular; **corteza** fisurada a lo largo del tronco, desprendiéndose de abajo hacia arriba; al cortar la corteza produce un exudado color rojo sangre, con ejes plagiotropos que se enciman y que forman una copa que fácilmente se adapta (Vester, 2017). **Ramas** gruesas, más o menos rectas, color gris. **Hojas** alternas, compuestas, de 10 a 25 cm de largo, tendiendo a estar en un plano horizontal, con 11 a 15 foliolos. Las **flores** se presentan en racimos, de 8 a 10 cm de largo, zigomorfas. **Florece** entre febrero a mayo, la polinización es llevada a cabo por abejas (Pennington y Sarukhán, 2005).

Los **frutos** son vainas, globosas a ovoides, de 2 a 3 cm de largo, 2 a 3 frutos por racimo de flores, sobre un estipe (pedicelo), de 0.5 a 1 cm de largo, color amarillento a anaranjado, brillantes, glabras y rugosas; contienen una semilla, de 1.5 mm de largo, oblonga, envuelta en un arilo rojo. **Fructifica** de abril a mayo en forma por demás vistosa, la maduración de los frutos es de julio a agosto. La **dispersión** de sus semillas principalmente la realizan los monos (*Ateles geoffroyi* y *Alouatta palliata*) y en menor proporción las aves (Chapman, 1988).

Los frutos se recolectan directamente del árbol cuando están maduras antes de que caigan al suelo, se limpian manualmente, se separa la pulpa, las semillas se secan a la sombra por periodos de cuatro horas. Presentan un porcentaje de germinación del 47 % por lo que se recomienda la escarificación y colocarlas en agua durante 24 horas antes de la siembra. La viabilidad de las semillas a temperatura ambiente es menor a tres meses (Lezama y Morfin, 1992).

La **madera** no presenta un olor y sabor característico, el color de la **albura** está bien delimitado, color blanco amarillento pálido, el **duramen** es de color marrón rojizo oscuro a casi negro, a veces con tono púrpura, con brillo opaco o pálido, textura de mediana a fina y uniforme. Se considera que el duramen tiene una alta resistencia a la descomposición y a las termitas; aunque es susceptible a los barrenadores marinos. Madera pesada y dura con una densidad básica de 0.83 g/cm^3 clasificada como muy alta, la albura tiene una densidad básica de 0.933 g/cm^3 y el duramen de 1.045 g/cm^3 (Tamarit y López, 2007; Richter *et al.*, 2009).



Figura 44. Muestra de madera de *S. cubensis* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El katalox, se desarrolla en suelos de origen calizo, en suelos negros o rojos (rendzinas). Se asocia en selvas altas y medianas con *Swietenia macrophylla* (caoba), *Manilkara zapota* (zapote), *Brosimum alicastrum* (ramón) y *Lysiloma latisiliquum*

(tzalam). Se distribuye en altitudes de 0 a 300 msnm. En selvas altas se encuentra menos de un individuo por hectárea con un diámetro normal promedio de 22 cm y una altura de 15 m, en selvas medianas y bajas igualmente hay menos de un árbol por hectárea con altura promedio de 10 m y diámetros de 16 cm.

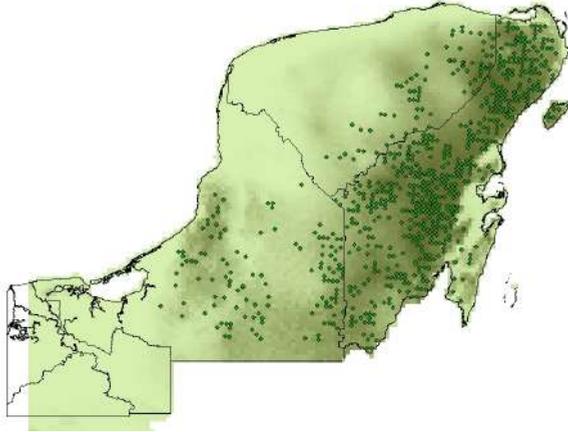


Figura 45. Distribución de katalox (*S. cubensis*) en la península de Yucatán. Las zonas verdes oscuro son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

El katalox es una madera dura con vetado excepcional por lo que se utiliza ampliamente en la construcción de muebles, construcciones pesadas, postes y durmientes. Además, se utiliza en incrustaciones, gabinetes finos, pisos de parquet, guitarras, virutas y otros artículos especiales pequeños, productos moldurados, cuchillería, artesanías y artículos torneados.

Esta especie se utiliza para la reforestación, restauración, atractor de fauna y como planta forrajera. El polvo que se genera al cortar la madera causa irritación respiratoria en algunas personas. El katalox podría utilizarse para obtener pellets. Debido a las propiedades químicas, tiene potencial para uso local como biocombustibles densificados (Reyes *et al.*, 2000; Ramírez–Ramírez *et al.*, 2022).



Malvaceae

La familia se conforma por aproximadamente 100 géneros y más de 2000 especies, distribuidas en regiones tropicales a templadas. Es bien conocida porque incluye a plantas cultivadas como *Gossypium hirsutum* L. (algodón), algunas especies ornamentales como *Hibiscus* spp., *Alcea rosea* L. y *Malvaviscus penduliflorus* DC., así como *Hibiscus sabdariffa* L. (flor de Jamaica), utilizada en la preparación de bebidas y en confitería. La familia Malvaceae incluye a árboles, arbustos o hierbas, excepcionalmente trepadoras, rara vez monoicas o dioicas, generalmente con pelos estrellados, a veces también con pelos simples o glándulas, más raramente lepidotas, excepcionalmente con espinas. Las hojas son simples, alternas, palmeadas, raramente unifolioladas, por lo general claramente palmatinervadas, enteras a dentadas, aserradas o crenadas; nectarios extraflorales o domatia a veces presentes; pecíolo generalmente pulvinado en ambos extremos; estipulaciones presentes, excepcionalmente reducidas. Flores solitarias o fasciculadas en las axilas, a veces agrupadas en inflorescencias (usualmente racimos o panículas, a veces espigas, cimas, umbelas o cabezuelas), actinomorfas, raramente zigomorfas con ovario súpero. Sépalos generalmente 5, libres o fusionados, a veces separándose de manera incompleta, en su mayoría valvados en la yema, a veces con puntas libres y extendidas, en algunos géneros petaloides, caducos o persistentes. Pétalos tantos como sépalos a veces reducidos o ausentes, de formas variadas, a menudo retorcidos en la yema, libres o fusionados con las bases de los filamentos estaminales, a veces persistentes. El fruto es una cápsula, loculicida o un esquizocarpo, raramente parecido a una baya. Las semillas son reniformes, obovoides, glabras o pilosas. Se distribuyen en regiones tropicales y subtropicales, pero con unos pocos géneros en zonas templadas (ver, Kearney, 1951; Kaul, 1988; Bayer y Kubitzki, 2003; Zu y Deng, 2017).

Ceiba pentandra (L.) Gaertn.

Ceiba, pochote

Sinonimias: *Eriodendron anfractuosum* DC.; *Ceiba thoningii* A. Chev.; *Bombax pentandrum* L.; *Bombax occidentale* Spreng.; *Bombax guineense* Schum. & Thonn.; *Ceiba guineensis* (Schum. & Thonn.) A. Chev.; *Ceiba casearia* Medik.; *Ceiba caribaea* (DC.) A. Chev.; *Ceiba anfractuosa* (DC.) M. Gómez; *Bombax pentandrum* L.; *Bombax occidentale* Spreng.

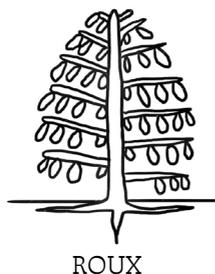


Figura 46. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *C. pentandra* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de 20 a 40 m (hasta 70 m) de **altura**, caducifolio, **diámetro normal** de hasta 3 m. **Tronco** cilíndrico con contrafuertes bien desarrollados, cubiertos con espinas cónicas. Pocas **ramas** gruesas, robustas, casi horizontales en capas. **Corteza** lisa a ligeramente fisurada, color gris plomiza a verdosa, cubierta de espinas cónicas, sobre todo en los individuos jóvenes. **Copa** redondeada o plana, muy amplia con cobertura hasta 50 m. **Hojas** alternas, aglomeradas en las puntas de las ramas, palmado-compuestas, de 7 a 8 folíolos, de 11 a 40 cm de largo. **Flores** en fascículos en las axilas de hojas caídas, de 4 a 8 cm de largo; flores pentámeras, actinomórficas, perfumadas; cáliz verde pardusco en forma de copa, cupuliforme, grueso y carnoso; pétalos blancuzcos a rosados, amarillos o dorados, aterciopelados. **Florece** de diciembre a marzo

y es polinizada por animales nocturnos (murciélagos, marsupiales, polillas halcón) y diurnos (abejas, avispas, colibríes), pero especialmente murciélagos *Leptonycteris curasoae*, *Phyllostomus hastatus* y *Phyllostomus discolor*, juegan un papel relevante en la promoción de la polinización cruzada (Gribel et al., 1999; Quesada et al., 2003; Lobo et al., 2005; Nathan, 2005; Raju et al., 2005).

Los **frutos** son cápsulas oblongas o elípticas, verdosa, de hasta 14 cm de largo, se abre en cinco valvas. El árbol da frutos de marzo a abril. Un fruto contiene de 120 a 175 semillas, negras escondidas en fibras sedosas (algodón), redondas, lisas e intermedias/recalcitrantes, de 4 a 8 mm de largo. Hay un promedio de 14,000 a 26,000 semillas/kg. Las **semillas** se pueden almacenar hasta por un año en frascos herméticamente cerrados a 4 °C con 60 % de humedad relativa, las semillas frescas tienen de 90 a 100 % de viabilidad. Se recomienda remojarlas en agua por 24 horas antes de la siembra (Vozzo, 2010).

La **madera** no tiene olor y sabor característico, la **albura** color blanco pálido y el **duramen** amarillo pálido con vetas castaño rosáceo, presenta brillo medio a alto, veteadado pronunciado, textura media a gruesa; anillos de crecimiento ligeramente marcados. Esta especie se considera no resistente a la descomposición o al ataque de insectos. La madera es muy liviana, su densidad varía de 0.21 a 0.40 g/cm³, el peso específico verde es de 0.23 g/cm³ (Vozzo, 2010; Tamarit y López, 2007).



Figura 47. Muestra de madera de *Ceiba Pentandra* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

La ceiba se desarrolla en gran variedad de condiciones edáficas, desde suelos arenosos con drenaje muy rápido hasta suelos arcillosos e inundables durante parte del año. Prospera en terrenos calizos cársticos sobre roca madre de origen volcánico, a menudo sobre litosoles. En la península se encuentra en vegetación de selva

mediana principalmente, con una densidad de un árbol por hectárea con una altura total de 10 m, con un diámetro normal promedio de 30 cm.

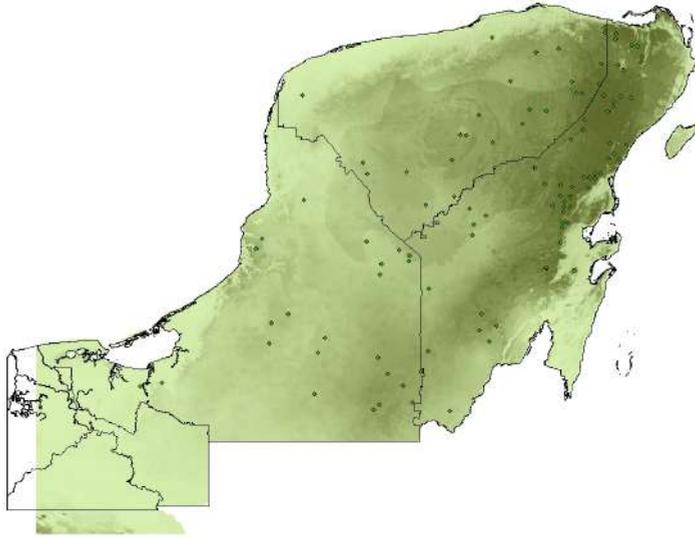


Figura 48. Distribución de ceiba (*C. pentandra*) en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

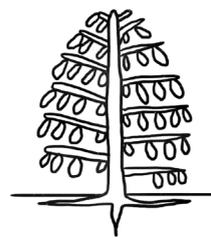
La ceiba en la zona maya tiene principalmente un uso ceremonial, como madera, en la construcción rural y como especie melífera. La corteza y hojas se utilizan para curar heridas, hidropesía, granos, reumatismo y enfermedades intestinales. Es antiinflamatorio de postemas y tumores, dolor de muelas, quemaduras y sarpullido. Su madera es utilizada para la fabricación de muebles y armarios, contrachapados, torneado, embalaje ligero y embarcaciones. El aceite se utiliza para fabricar margarina y jabones. La lignocelulosa se utiliza en la industria como aislante térmico y acústico en cámaras frigoríficas y aviones (Elumalai *et al.*, 2012; Chan *et al.*, 2022).

Otros usos son la extracción de biodiésel (Gaddigoudar *et al.*, 2022; Ginting *et al.*, 2022). Se usa también para la eliminación de cobre y cadmio de las soluciones acuosas mediante la obtención de carbón activado derivado de esta especie. Las fibras son una excelente alternativa para las fibras sintéticas en compuestos de matriz polimérica, como absorbente de aceite, como un absorbente fibroso hidrofóbico-oleofílico hueco natural para la limpieza de derrames de petróleo (Aji *et al.*, 2022; Rangappa *et al.*, 2022).

Guazuma ulmifolia Lam.

Pixoy, guácima, guázumo

Sinonimias: *Guazuma guazuma* (L.) Cockerell.; *Guazuma invira* (Willd.) G. Don; *Guazuma polybotrya* Cav.; *Guazuma tomentosa* Kunth; *Guazuma ulmifolia* var. *tomentella* K. Schum.; *Guazuma ulmifolia* var. *tomentosa* (Kunth) K. Schum.; *Guazuma utilis* Poepp.; *Theobroma guazuma* L.



ROUX

Figura 49. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *G. ulmifolia* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol caducifolio, de 2 a 15 m de **altura**, **diámetro normal** de 30 a 40 cm, normalmente de menor talla (8 m). En algunos casos se desarrolla como arbusto muy ramificado y en otros como un árbol monopódico. **Tronco** ortótropo monopódico, frecuentemente ramificado desde la base (Vester, 2017). Corteza ligeramente fisurada, color marrón desigual y ramas dispersas. Copa abierta, redondeada y extendida. Hojas con patrón alterno con dos filas simples, de 3 a 13 cm de largo, oblongas, ovadas a lanceoladas, ápice acuminado, base cordada o asimétrica, margen aserrado, verde oscuras en el haz y verde grisáceo amarillentas y sedosas en el envés (Rzedowski *et al.*, 2015), pecíolo delgado de 6 a 12 mm de largo, cubierto de pequeños pelos estrellados. Flores amarillo y marrón, dispuestas en panículas de 2 a 5 cm de largo, actinomorfas pequeñas, con olor dulce, de 5 mm de diámetro; cáliz vellosa, de 2 a 3 lóbulos, sépalos verdosos y pétalos color crema (Pennington y Sarukhán, 2005). Florece de abril a octubre, la polinización se lleva a cabo por abejas (Kimmel *et al.*, 2010).

El **fruto** es una cápsula ovoide indehisciente, de 2.5 a 4 cm de largo por 2 a 3 cm de ancho, de color marrón oscuro a negro, cubierto de numerosas protuberancias de forma piramidal y con olor dulce. Contiene entre 40 a 80 semillas de 1 mm, duras, redondeadas, pardas. Los frutos se abren en el ápice o irregularmente por poros y permanecen largo tiempo en el árbol (Velázquez *et al.*, 2009). Los frutos maduran casi todo el año, y fructifican de septiembre a abril. La **dispersión** la realizan aves, mamíferos como *Nasua nasua*, *Urocyon cinereoargenteus* e incluso el ganado bovino, aunque las hormigas consumen o eliminan buen porcentaje de estas semillas (Herrera, 1989; Alves-Costa y Eterovick, 2007; Miceli-Méndez, 2008; López *et al.*, 2009; Escobar-Ramírez *et al.*, 2012; De Almeida *et al.*, 2018).

La recolección de los **frutos** maduros es fácil. Se pueden recolectar directamente del árbol o del suelo, para extraer las semillas es necesario macerar los frutos. El número de **semillas** por kilogramo varía entre 150,000 a 195,000 unidades. Semilla ortodoxa y fotoblástica; se puede almacenar en recipientes sellados en lugares frescos hasta por un año. Se recomienda utilizar cámaras frías a 5°C de temperatura. Porcentaje de germinación de hasta 77 % con tratamientos pregerminativos. De los tratamientos probados el más adecuado es la escarificación en ácido sulfúrico concentrado durante 60 minutos (Muñoz *et al.*, 2004).

La **madera** no presenta olor y sabor característico, es de color amarillento a marrón claro, fuerte, ligera a medianamente pesada, con superficie áspera con brillo mediano, vetado suave a pronunciado, textura mediana e hilo entrecruzado; anillos de crecimiento marcados con una densidad básica de 0.36 g/cm³ (Tamarit y López, 2007).



Figura 50. Muestra de madera de *G. ulmifolia* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Guazuma ulmifolia es una especie muy abundante en zonas con la temporada seca bien marcada o en zonas con vegetación abierta, potreros, pastizales y sitios desmontados. Se desarrolla en temperaturas de 20 a 30°C, con períodos secos de 4 a 7 meses y con precipitaciones anuales de 700 a 2,000 mm. En la península de Yucatán se puede encontrar en abundancia en selvas medianas con una densidad de 3 árboles por hectárea con una altura promedio de 8 m y un diámetro de 15 cm. En la selva alta y baja se encuentra menos de un árbol por hectárea con una altura promedio de 10 y 6 m, respectivamente.

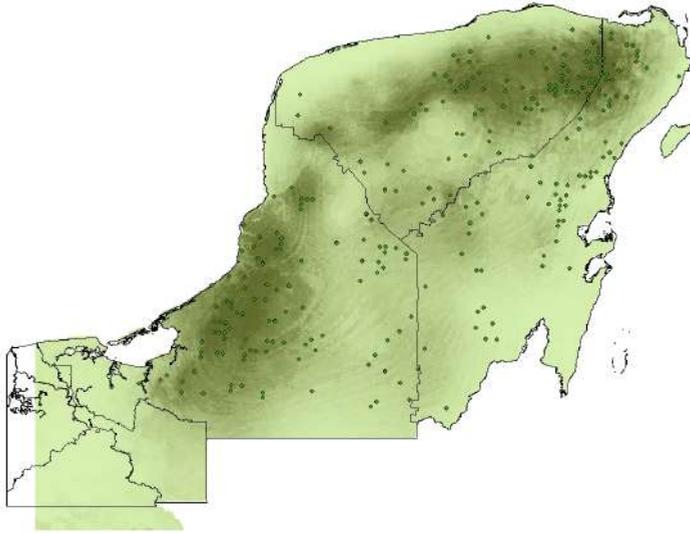


Figura 51. Distribución de Guácima (*G. ulmifolia*) en la península de Yucatán. Las zonas verdes oscuro son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

Guazuma ulmifolia es utilizado en la Península de Yucatán como una especie forrajera, como planta alimenticia y terapéutica (Aldana *et al.*, 2010). En la medicina tradicional se utilizan las hojas, corteza, fruto, raíz, corteza del tallo como antidi-sentérico, antiinflamatorio, antifúngico astringente, depurativo, febrífugo diaforético, emoliente, estomacal y astringente. Algunos estudios muestran que la hoja, la flor, la fruta, la corteza del tallo y la raíz tienen compuestos físicoquímicos que podrían ayudar como: antioxidante, antihipertensivo y vasorrelajante, antiviral, antisecretor, antifúngico, citotóxico, hepatoprotector y con actividad estimulante del sistema nervioso (Zamora *et al.*, 2001; López-Merlín, *et al.*, 2003; Fernandes *et al.*, 2005; Felipe *et al.*, 2006; Villa-Herrera *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2019).

A detailed botanical illustration in a light green color, showing a branch with several large, pinnately compound leaves. The leaves have multiple leaflets with serrated margins. At the end of the branch is a terminal inflorescence consisting of several flowers or fruits. The background is a solid, slightly darker green.

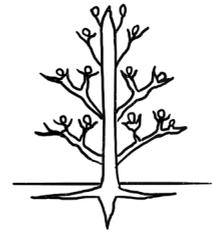
Meliaceae

Esta familia se conforma aproximadamente por 50 géneros y 575 especies; es bien conocida por incluir especies de alto valor económico como la caoba y el cedro. La conforman árboles y arbustos, se caracteriza por presentar madera dura y colorida. Hojas persistentes o deciduas, alternas, rara vez opuestas o en espiral, bipinnadas-compuestas o menos frecuente 3-folioladas o rara vez 1-folioladas, exestipuladas; folíolos con margen entero, aserrado o lobado, con glándulas secretoras o nectarios extraflorales, pelos escamosos en líneas o papilas o puntos pelúcidos en el envés. Inflorescencias axilares, supraaxilares, ramifloras, caulifloras al ras del suelo o raramente epífilas, tiroideas, racemosas o espigadas, a veces reducidas a fascículos o flores solitarias. Flores bisexuales y/o unisexuales (con órganos vestigiales del sexo opuesto), 4 a 5 (-7)-meras, lóbulos libres o connatos en la base; cáliz imbricado, rara vez valvado; corola imbricada o convoluta, pétalos alternos a los sépalos, adnatos al tubo estaminal; estambres 8 a 10 (-25), filamentos connatos parcial o totalmente en un tubo estaminal, rara vez libres, con apéndices entre o fuera de las anteras, opuestos o alternos a ellas, anteras dítecas, dehiscencia longitudinal; disco nectarífero anular, a veces adnato al ovario, intraestaminal, ocasionalmente formando un androginóforo. Fruto en cápsula, baya o drupa. Semilla con arilo carnoso o sarcotesta o una combinación de estos o alada y luego adherida a una columela leñosa, o con capas externas corchosas, o muy raramente sin ninguna de ellas. La familia meliaceae se distribuyen en los trópicos y subtrópicos, con algunos representantes en las zonas templadas (Ver, Styles, 1972; Mabberley *et al.*, 1995; Mabberley, 2010; Romo-Lozano *et al.*, 2017).

Cedrela odorata L.

Cedro, chujté, kuché

Sinonimias: *Cedrela adenophylla* Mart., *Cedrela brachystachya* (C. DC.) C. DC., *Cedrela ciliolata* S.F. Blake, *Cedrela cubensis* Bisse, *Cedrela dugesii* S. Watson, *Cedrela glaziovii* C. DC., *Cedrela guianensis* A. Juss., *Cedrela hassleri* (C. DC.) C. DC., *Cedrela longipes* S.F. Blake, *Cedrela longipetiolulata* Harms, *Cedrela mexicana* M. Roem., *Cedrela mourae* C. DC., *Cedrela occidentalis* C. DC. & Rose, *Cedrela palustris* Handro, *Cedrela paraguariensis* Mart., *Cedrela rotunda* S.F. Blake, *Cedrela sintenisii* C. DC., *Cedrela velloziana* M. Roem., *Cedrela whitfordii* S.F. Blake, *Cedrela yucatanana* S.F. Blake, *Surenus brownii* Kuntze, *Surenus glaziovii* (C. DC.) Kuntze, *Surenus guianensis* (A. Juss.) Kuntze, *Surenus mexicana* (M. Roem.) Kuntze, *Surenus velloziana* (M. Roem.) Kuntze.



SCARRONE

Figura 52. Tallo, hojas flores, frutos y modelo arquitectónico de *C. odorata* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de 40 m de **altura** y hasta 2 m de **diámetro normal**. **Fuste** recto y cilíndrico, a veces con pequeños contrafuertes, poco prominentes, **ramas** gruesas, ascendentes, copa redonda, densa y extendida (Vester, 2017). **Corteza** fisurada con escamas, pardo grisáceas a moreno rojizas. **Hojas** alternas, compuestas, paripinnadas o imparipinnadas, de 15 a 40 cm de largo, incluyendo el pecíolo, compuestas por 10 a 22 folíolos opuestos o alternos de 4.5 a 14 cm de largo por 2 a 4.5 cm de ancho, lanceola-

dos u oblongos. Es una especie monoica que presenta **flores** masculinas y femeninas en la misma inflorescencia (Pennington y Sarukhán, 2005). En panículas terminales largas y sueltas, de 15 a 30 cm de largo; muchas flores angostas aparentemente tubulares, pero con 5 pétalos, suavemente perfumadas, actinomorfas; cáliz en forma de copa, corola crema verdosa. Especie caducifolia, la **floración** se presenta durante los meses de mayo a agosto (Styles, 1972; Pennington y Sarukhán, 2005).

Las infrutescencias miden hasta 30 cm de largo, péndulas. Los **frutos** son cápsulas leñosas dehiscentes (parecidas a nueces), de 2.5 a 5 cm de largo, 4 a 5 valvas, elipsoides a oblongas, pardo verdosas a morenas, con un fuerte olor a ajo, producen un exudado blanquecino y acuoso cuando están inmaduras, de 20 a 40 semillas, aladas, de 2 a 3 cm de largo, incluyendo el ala, color marrón, adheridas al eje. Los frutos maduran en abril y mayo del año siguiente cuando el árbol ha tirado sus hojas; la plena **fructificación** se presenta en los meses de febrero a abril. La **dispersión** es por aire.

Los frutos se recolectan del árbol cuando están maduros y listos para liberar las semillas, cuando cambian de color verde a marrón café. Los frutos verdes se pueden secar al sol por 24 a 35 horas hasta que abran, sin excederse para que la semilla no pierda viabilidad (Cordero *et al.*, 2003). Las semillas se extraen de las cápsulas cribándolas a través de una red de 0.60 cm de malla. Cada kg contiene 30,000 a 50,000 semillas (Pérez-Martínez *et al.*, 2014). La semilla pierde viabilidad rápidamente, pero se puede almacenar en frascos herméticamente sellados a 5 °C, hasta por cinco años, con porcentaje de germinación del 90 %. No requiere tratamiento previo, semilla ortodoxa (Berjak y Pammenter, 2010).

La **madera** presenta un olor y sabor característico, olor aromático y sabor entre amargo y picante, muestra diferencia de color entre la albura y el duramen. La **albura** color pardo amarillento y el **duramen** beige rosado a castaño rojizo con jaspeaduras un poco más oscuras que el resto de la madera, superficie brillante y veteados pronunciados, textura mediana e hilo recto; anillos de crecimiento marcados. La densidad varía entre 0.40 y 0.70 g/cm³. Resistente a las termitas, pero no a barrenadores marinos (Tamarit y López, 2007; Gutiérrez-Vázquez *et al.*, 2012).



Figura 53. Muestra de madera de *C. odorata* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El cedro se desarrolla bien tanto en suelos calcáreos como en suelos ricos en materia orgánica, con precipitaciones entre los 1,000 y 2,000 mm anuales, con temperaturas media anual de 22 a 32°C, tolera las inundaciones temporales, pero requiere de una estación seca de 3 a 4 meses. Se le localiza principalmente en los estados de Campeche y Quintana Roo. Forma parte de las selvas medianas subperennifolia y subcaducifolias, con densidad de un árbol por hectárea, altura promedio de 11 m y diámetro normal promedio de 40 cm. En selva alta y selva baja hay menos de un árbol por hectárea.

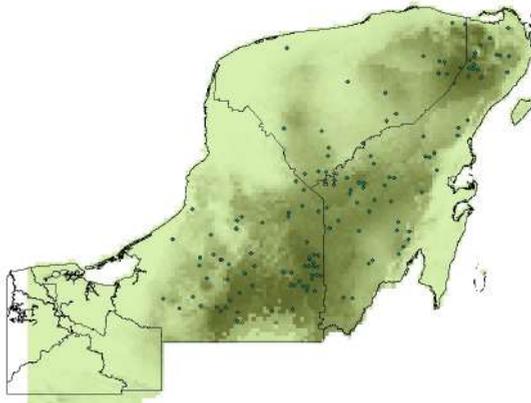


Figura 54. Distribución actual de *C. odorata* en la península de Yucatán. Las zonas verdes oscuras son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

El cedro en la península de Yucatán es considerado una especie maderable, para construcciones rurales, madera en rollo, leña, implementos agrícolas, artesanías y muebles; además, se utiliza localmente para hacer infusión de su corteza para la diarrea, fiebre, vómitos, hemorragias, dispepsia, bronquitis e indigestión. La infusión de hojas es para el dolor de muelas, parásitos intestinales, oídos, disentería. El tallo para acelerar el parto. La resina es empleada como expectorante. También es frecuente su utilización para bajar la temperatura, tratar problemas como diarrea, dolor de estómago y parásitos intestinales, mediante el cocimiento hecho a base de raíz, tallo y hojas (Pérez, 2002).

El cedro se utiliza ampliamente en plantaciones comerciales, productivas y experimentales a grandes escalas, igualmente se utiliza en reforestaciones, huerto familiar maya, como parte de los sistemas agroforestales o como árboles aislados en potreros, pastizales y traspatios (Morán-Villa *et al.*, 2022).

La madera es aromática y se utiliza principalmente para la fabricación de muebles finos, puertas, gabinetes, láminas, lambrín, parquet, triplay, chapa, ebanistería en general, postes, embalajes, aparatos de precisión, artículos torneados y esculturas. Fruto seco con potencial artesanal: posee características muy especiales (Cordero *et al.*, 2003).

Swietenia macrophylla King in Hook

Caoba

Sinonimias: *Swietenia belizensis* Lundell; *S. candollei* Pittier; *S. krukovii* Gleason; *S. macrophylla* var. *marabaensis* Ledoux & Lobato; *S. tessmannii* Harms.



Figura 55. Tallo, hojas, frutos, flores y modelo arquitectónico de *S. macrophylla* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de 45 m de **altura** hasta 60 m, **diámetro normal** de 80 cm hasta 3 m. **Tronco** recto y cilíndrico, ligeramente acanalado, con contrafuertes hasta de 2 a 3 m, bien desarrollados; con **ramas** gruesas y ascendentes, follaje denso, **copa** abierta y redondeada (Vester, 2017). **Hojas** dispuestas en espiral, paripinnadas a veces imparipinnadas de 12 a 40 cm de largo, incluyendo el peciolo. Las **flores** de color amarillo verdoso de ambos sexos en la misma inflorescencia, panículas axilares de hasta 15 cm de largo, glabras. La **floración** ocurre de abril a junio (Styles, 1972; Pennington y Sarukhán, 2005).

El **fruto** es una cápsula dehiscente, leñosa, ovoide u oblonga de color café de 14 cm de largo y 2 a 12 cm de diámetro con 4 a 5 válvulas, cada fruta de 22 a 71 semillas desarrolladas. Los frutos maduran durante la estación seca cuando los árboles

comienzan a perder parte de su follaje. Las **semillas** son samaroides, voluminosos en su base, de 7 a 12 cm de largo y de 2 a 2.5 cm de ancho incluyendo el ala. La semilla es de forma oblonga alargada y aplanada, color pardo, de 2.3 cm a 2.5 cm de ancho por 0.4 cm de grueso (Pérez-Martínez *et al.*, 2014).

Los frutos se recolectan de enero a marzo directamente del árbol antes de que se abran las válvulas, cuando los frutos están maduros y el pericarpio cambia a un color café. Se colocan en cajas de madera o lona y se dejan por dos o tres días hasta que liberan las semillas o, éstas se golpean con una vara. Se cortan las alas de las semillas a un centímetro de la base para facilitar el manejo y reducir el volumen. Para remover las impurezas de la semilla se puede ventilar. El número de semillas por kilogramo varía de 100 000 a 150 000 unidades. Se pueden conservar en frascos herméticamente cerrados de 3 a 7 % de humedad y 6 a 8 °C, hasta por cuatro años. Con un porcentaje de germinación del 60 % (Cordero *et al.*, 2003; Berjak y Pammenter, 2010; Pérez-Martínez *et al.*, 2014).

La **madera** no tiene olor ni sabor característico, presenta diferencia de color de albura y duramen. **Albura** de color rosado a amarillento, **duramen** color rosado a café-rojizo oscuro con matiz dorado y brillo alto; límites de anillos de crecimiento visibles, marcados por bandas marginales de parénquima axial de color claro. Veteado algo acentuado, textura media, hilo recto a entrecruzado. La madera presenta una densidad básica de 0.42 g/cm³ clasificada como media, la albura tiene una densidad básica de 0.453 g/cm³ y el duramen de 0.403 g/cm³ (Cordero *et al.*, 2003; Tamarit y López, 2007).

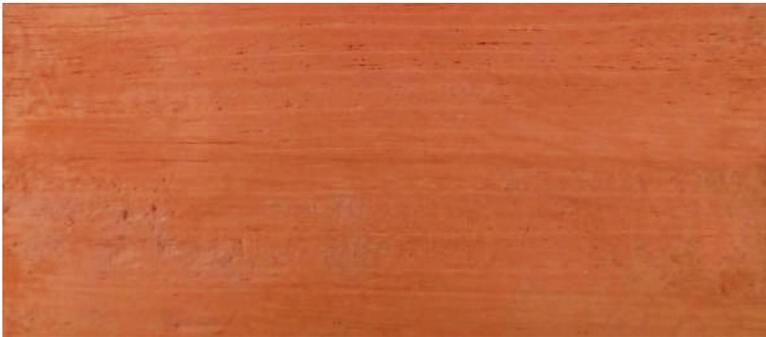


Figura 56. Muestra de madera de *Swietenia macrophylla* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

La caoba forma parte de las selvas caducifolias, selvas subcaducifolias, selvas perennifolias, selvas subperennifolias y bosque de galería. Se desarrollan en zonas con temperatura anual promedio de igual o superior a 24°C, con precipitaciones anuales que van desde los 1,000 a los 2,000 mm anuales en suelos vertisol pélico, rendzina. En la península de Yucatán solo se le encuentra al sur de Campeche y Quintana Roo, en selva alta se encuentra una densidad menor a un árbol por hectárea, con altura de 15 metros y 30 cm de diámetro normal en promedio. En selva mediana se pueden encontrar hasta dos árboles por hectárea, de 13 m de altura y 25 cm de diámetro normal promedio, en selva baja la densidad es menor a un árbol por hectárea.

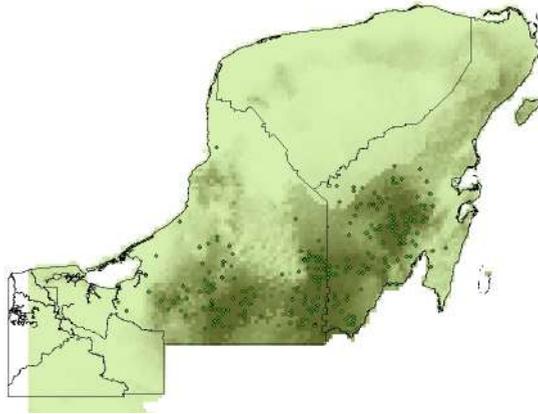
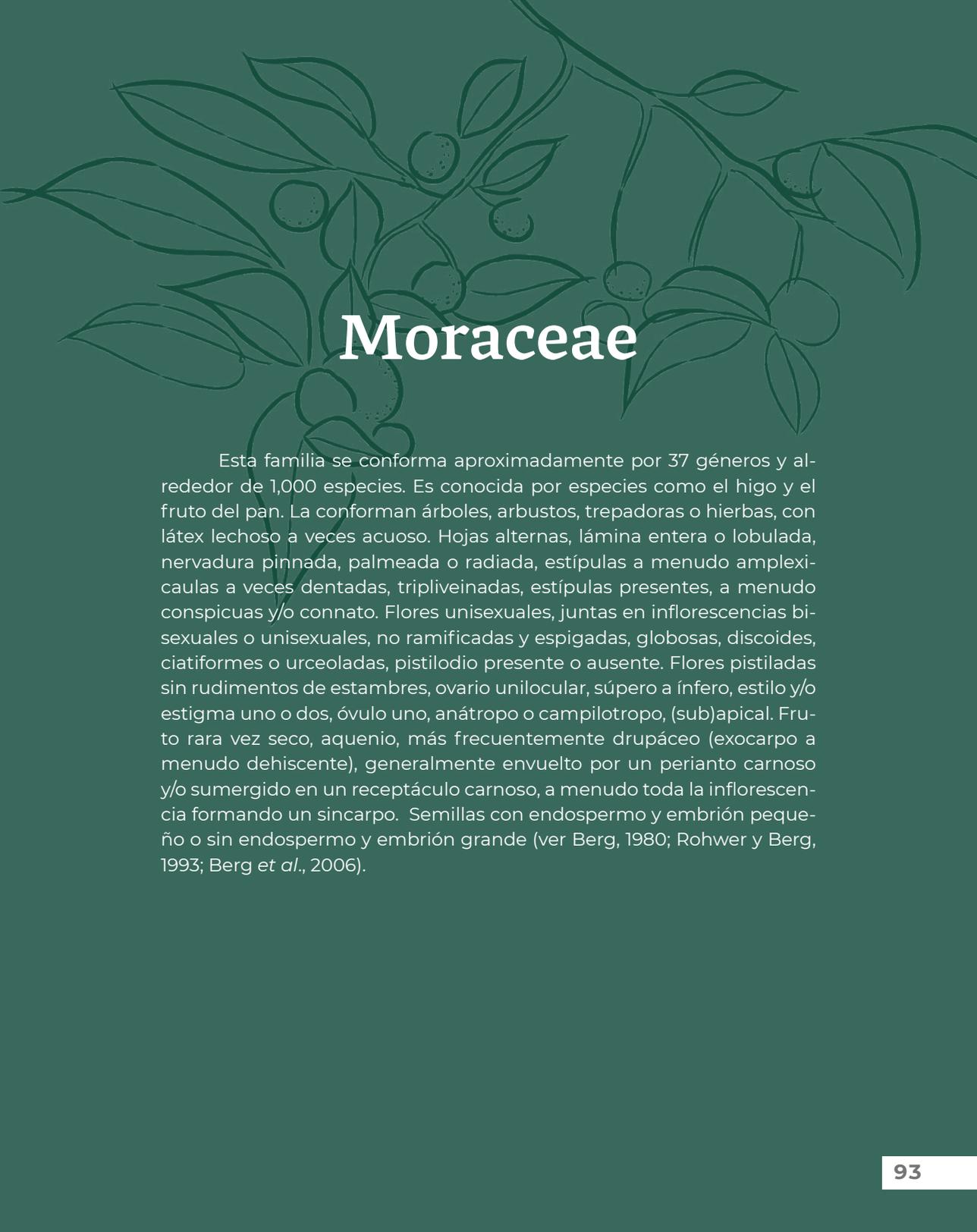


Figura 57. Distribución actual de *S. macrophylla* en la península de Yucatán. Las zonas verdes oscuro son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

Los usos tradicionales de la caoba son principalmente como un árbol productor de madera, construcciones rurales, elaboración de muebles y artesanías. El árbol de caoba se utiliza ampliamente en plantaciones comerciales, sistemas agroforestales, árbol de traspatio y de sombra. En los usos tradicionales se le utiliza para curar la malaria, la anemia, la diarrea, la fiebre, disentería, hipertensión, cáncer, tos, dolores de pecho, parasitismo intestinal y actividad antiulcerosa (Eid *et al.*, 2013).

La madera se utiliza para fabricación de muebles, construcción, gabinetes, molduras interiores, revestimientos de madera, chapas de fantasía, instrumentos musicales, construcción de barcos, tornería y tallado. La caoba contiene algunos compuestos como los limonoides que se ha evidenciado su uso como antifúngico, antipalúdico y anti-alimentario para insectos, posee actividad hipoglucémica, hipolipidémica y antiinflamatoria (Falah *et al.*, 2008; Dewanjee *et al.*, 2009; Nurani *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2022). También se ha probado en tratamientos de la piel, para blanqueamiento, fotoprotector, antioxidante, antimicrobiano, antiacné, entre otros (Falah *et al.*, 2008; Masdar *et al.*, 2022; Mahendra *et al.*, 2022).



Moraceae

Esta familia se conforma aproximadamente por 37 géneros y alrededor de 1,000 especies. Es conocida por especies como el higo y el fruto del pan. La conforman árboles, arbustos, trepadoras o hierbas, con látex lechoso a veces acuoso. Hojas alternas, lámina entera o lobulada, nervadura pinnada, palmeada o radiada, estípulas a menudo amplexicaulas a veces dentadas, tripliveinadas, estípulas presentes, a menudo conspicuas y/o connato. Flores unisexuales, juntas en inflorescencias bisexuales o unisexuales, no ramificadas y espigadas, globosas, discoides, ciatiformes o urceoladas, pistilodio presente o ausente. Flores pistiladas sin rudimentos de estambres, ovario unilocular, súpero a ínfero, estilo y/o estigma uno o dos, óvulo uno, anátropo o campilotropo, (sub)apical. Fruto rara vez seco, aquenio, más frecuentemente drupáceo (exocarpo a menudo dehiscente), generalmente envuelto por un perianto carnoso y/o sumergido en un receptáculo carnoso, a menudo toda la inflorescencia formando un sincarpo. Semillas con endospermo y embrión pequeño o sin endospermo y embrión grande (ver Berg, 1980; Rohwer y Berg, 1993; Berg *et al.*, 2006).

Brosimum alicastrum Sw.

Ramón, oox, ox, k'an oox

Sinonimias: *Brosimum conzattii* Standl.; *Brosimum bernadetteae* Woodson; *Brosimum columbianum* S.F. Blake; *Brosimum gentlei* Lundell.; *Brosimum latifolium* Standl.; *Brosimum terrabanum* Pittier; *Brosimum uleanum* Mildbr.; *Ficus faginea* Kunth & C.D. Bouché; *Helicostylis bolivarensis* Pittier; *Helicostylis latifolia* Pittier; *Helicostylis ojoche* K. Schum. ex Pittier; *Piratinera terrabana* (Pittier) Lundell; *Piratinera alicastrum* (Sw.) Baill.; *Urostigma fagineum* (Kunth & C.D. Bouché) Miq.



Figura 58. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *B. alicastrum* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de hasta de 40 m de **alto** y 50 a 90 cm de **diámetro normal**, **tronco** recto con contrafuertes bien desarrollados en la base, la **copa** es piramidal y densa; **ramas** ascendentes formando una copa redondeada o piramidal (Vester, 2017). **Corteza** externa suave, grisácea clara con savia lechosa dulce y pegajosa. **Hojas** simples, alternas, elípticas-oblongas, de 8 a 18 cm de largo y de 4 a 7.5 cm de ancho, con la punta aguda y el borde entero, haz verde oscuro, lustroso y envés verde pálido y opaco. Las **flores** se producen en cabezuelas axilares de 1 cm de diámetro; con pedúnculos de 1 a 5 mm de largo, muchas flores masculinas y una sola flor femenina, por cada inflorescencia. El **fruto** es una drupa, carnosa, solitaria o en racimos; de 2 a 2.5 cm de diámetro, glo-

bosa con pericarpio carnoso comestible de color verde amarillento y anaranjado o rojo cuando está maduro, sabor y olor dulce (Pennington y Sarukhán, 2005). La drupa contiene generalmente una semilla de color café amarillento de forma globosa u ovoide, de 1 a 2 cm de diámetro, con testa delgada de color castaño y cotiledones verdes, gruesos y feculentos. Los **frutos** son dispersados por aves de la familia Cracidae como la chachalaca (*Ortalis vetula*), el faisán real (*Crax rubra*), murciélagos nocturnos de la familia Phyllostomidae, en un rango de 1 hasta 20 km; también por mono araña (*Ateles geoffroyi*) y saraguato negro (*Alouatta pigra*) en asociación con escarabajos coprófagos. Además, por tapir (*Tapirus bairdii*) y otras especies secundarias como el ratón *Heteromys desmarestianus* y el Agutí paca (González, 1998; Ponce-Santizo et al., 2006; Palma y Stevenson, 2010; Pérez y Matus, 2010; López et al., 2014; Martínez-Ceceñas et al., 2020).

Los frutos se recolectan directamente del árbol cuando presentan una coloración amarillo o anaranjado-rojizo. Esto ocurre entre los meses de marzo a julio. Los frutos se transportan al sitio de beneficio en costales antes de que empiecen a fermentar. La pulpa se separa de las semillas macerando los frutos con la mano dentro de un recipiente con agua. Las semillas se dejan escurrir hasta estar secas. El número de **semillas** por kilogramo varía de entre 300 a 1,200 semillas. Para conservar la semilla se almacena a temperatura ambiente y conservan su viabilidad por 3 meses, con un porcentaje de germinación de 84 a 88 %. El almacenamiento con temperatura controlada se realiza en frascos herméticamente sellados con un contenido de humedad del 12 %, a una temperatura de 5 °C; el tiempo estimado de viabilidad en estas condiciones es de 12 meses. Las semillas se desprenden de los parentales con contenidos de humedad de 45 a 50 %, y son catalogadas como recalcitrantes (Vozzo, 2010; Laborde y Corrales-Ferrayola, 2012).

La **madera** no presenta un olor ni sabor característico, la **albura** color crema amarillenta a pardo amarillento, presenta brillo alto, principalmente en las caras radiales, vetado suave, anillos de crecimiento poco marcados. La madera presenta una densidad básica de 0.73 g/cm³ y se clasifica como muy alta, la madera de albura tiene una densidad básica de 0.865 g/cm³ (Tamarit y López, 2007).



Figura 59. Muestra de madera de *B. alicastrum* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El ramón se desarrolla en selvas altas perennifolias y en las selvas medianas subperennifolias, crece en suelos someros pedregosos con mucha roca aflorante o profundos, con drenaje rápido o muy rápido, como litosoles, suelos de tipo rendzinas, vertisoles, oxisoles y calizos. Se desarrolla mejor en los llanos fértiles con temperatura media anual de 18° a 27 °C, precipitación anual de 800 a 2,000 mm, altitud de 50 a 800 msnm. Se puede encontrar en las selvas medianas de Quintana Roo y un área pequeña del sur de Campeche, con una densidad de 16 árboles por hectárea y una altura de 11 metros con un diámetro promedio de 18 cm. En selva baja y alta se puede encontrar menos de un árbol por hectárea.

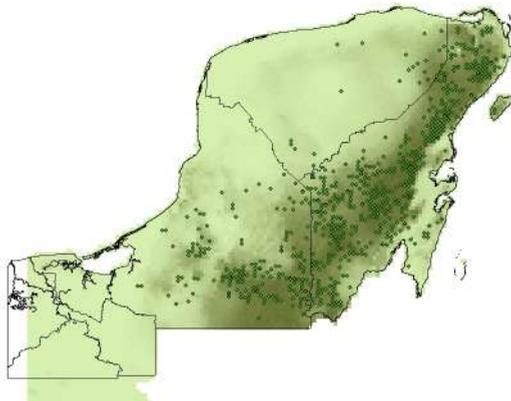


Figura 60. Distribución actual de *B. alicastrum* en la península de Yucatán. Las zonas verdes oscuro son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

La semilla ha sido usada desde la época prehispánica como alimento por los mayas, actualmente es frecuente encontrar este árbol en los traspatios de muchas casas, tanto en zonas rurales como urbanas. Los principales usos que se le da a *B. alicastrum* es como un árbol forrajero, alimenticio, medicinal y ornamental. En zonas rurales, la semilla de este árbol representa un importante sustento para las familias de escasos recursos (Fedick y Santiago, 2022).

La madera se utiliza para leña, armarios económicos, panales de abejas, construcciones rurales y artesanías. La semilla tiene un alto contenido de grasa y aminoácidos esenciales, como son la lisina, arginina, triptófano y valina, es utilizado para la elaboración de productos, como: tortillas, galletas, una bebida similar al café, pan, mermeladas, entre otros (Domínguez *et al.*, 2019). Las hojas son altamente digestibles (>60 %) y bajo contenido de fibra cruda, moderada proteína (13 %) y alto contenido en almidón, lo hace adecuado en la alimentación del ganado bovino, caprino, equino y porcino (Sarmiento–Franco *et al.*, 2022). La savia diluida del árbol puede usarse como sustituto de la leche debido a su agradable sabor y solubilidad en agua. Los usos medicinales son para tratar las infecciones de pecho y asma. La savia y los extractos de los frutos se usan para estimular la producción de leche en mujeres lactantes (Campos–Vega *et al.*, 2022).

Sapotaceae

Esta familia está conformada por 77 géneros y 1100 especies. Se caracteriza por incluir especies de fruto comestible como: *Manilkara zapota*, *Manilkara chicle*, *Chrysophyllum cainito*, *Pouteria campechiانا*, entre otras. Se distribuyen en clima neotropical y bosques húmedos, principalmente; pero algunos géneros, se extienden a regiones áridas y semiáridas. La conforman árboles o arbustos, monoicos o dioicos; ramificación generalmente simpodial; tronco, rama y frutos con látex blanco o amarillo; pubescentes, con tricomas malpigiáceos, rara vez simples. Hojas alternas, dispuestas en espiral o dísticas, menos frecuentemente opuestas o verticiladas, simples, enteras o muy raramente dentadas; pecíolo que rara vez lleva un par de estípelas diminutas. Inflorescencia fasciculada o flores ocasionalmente solitarias, axilares, ramifloras o colifloras; fascículos ocasionalmente dispuestos a lo largo de brotes axilares cortos sin hojas, en forma de panícula; la base del fascículo a veces se convierte en braquiblastos cortos, densamente escamosos. Inflorescencias axilares, fasciculadas o flores solitarias, ebracteadas o brácteas diminutas, si en fascículos entonces sobre braquiblastos. Flores bisexuales o unisexuales, actinomorfas, sésiles o pediceladas; cáliz 4 a 6 sépalos en una serie, libres o ligeramente fusionados, imbricados o quincunciales o 6 a 11, imbricados estrechamente en espiral o en 2 series, la serie externa valvada o ligeramente imbricada; corola ciatiforme o tubular, gamopétala, rotada, lóbulos 4 a 18, enteros o parcialmente divididos hasta la base en 3 segmentos, el segmento medio entero. Frutos en bayas, rara vez drupas o dehiscentes tardíamente por una valva lateral; pericarpio carnoso, coriáceo o leñoso; semillas numerosas, globosas, elipsoidales, oblongas, con frecuencia comprimidas lateralmente, generalmente con testa libre del pericarpio, parda, brillante, ocasionalmente áspera, rugosa o punteada y entonces generalmente adherida al pericarpio, cicatriz del hilo adaxial, basi-ventral o basal, angosta o ancha, a veces cubriendo parcial o totalmente a la semilla, embrión vertical, oblicuo u horizontal, cotiledones generalmente libres y foliáceos, delgados o gruesos, aplanados o plano-convexos, endospermo presente o ausente (ver, Pennington, 2004; Carranza-González, 2005; Armstrong *et al.*, 2014; Baky *et al.*, 2016).

Chrysophyllum mexicanum Brandege ex Standl.

Caimito, caymito, caimitillo, chi'kéej

Sinonimias: *Chrysophyllum mexicanum* var. *politum* Cronquist; *Cynodendron mexicanum* (Brandege ex Standl.) Baehni; *Micropholis sericea* L. O. Williams.

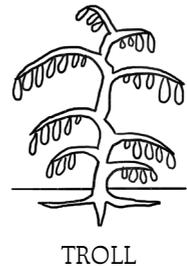


Figura 61. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *C. mexicanum* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol de 10 a 20 m de **altura**, **diámetro normal** de 30 cm, **tronco** recto, **ramas** gruesas y ascendentes, ejes plagiótropos (Vester, 2017). **Copa** densa e irregular. **Cor-teza** fisurada en piezas alargadas, dispuestas irregularmente, es color pardo grisáceo, con abundante exudado blanco. **Hojas** dispuestas en espiral, simples, elípticas u obovadas, finamente pubescentes, de color verde oscuro brillante en el haz y dorado grisáceo en el envés (Carranza, 2005). **Flores** bisexuales pequeñas de color blanco cremosas, tienen un olor dulce y fragante, varias o numerosas en manojos axilares, sésiles o con pedicelos con pelos dorado-grisáceos a ferrugíneos. La **floración** ocurre de agosto a octubre (Pennington y Sarukhán, 2005).

El fruto es una baya ovoide a elipsoide de 1 a 2 cm de largo, carnososa anaranjado-verdoso, piel morada a violeta brillante con aroma agradable y sabor dulce, contiene una **semilla** solitaria, más o menos elipsoide, de 1 a 1.3 cm de largo, testa lisa, café brillante, cicatriz ancha, basi-ventral, sin exceder la mitad del largo de la semilla, endospermo agrietado. Fructifica de noviembre a marzo (Ibarra-Manríquez y Cornejo-Tenorio, 2010; Vozzo, 2010). Los frutos y semillas son dispersados por algunos mamíferos, principalmente monos (Vander Pijl, 1972).

Los **frutos** se recolectan directamente del árbol cuando presentan una coloración rojiza a morado, esto ocurre entre los meses de noviembre a abril. Los frutos se transportan al sitio de beneficio en costales antes de que empiecen a fermentar. La pulpa se separa de las semillas macerando los frutos con la mano, en un recipiente con agua. Las semillas se dejan escurrir hasta estar secas. Para conservar la semilla se pueden almacenar en frascos herméticos, sellados, con un contenido de humedad del 8 % y a 10 °C, hasta por 5 años (Anaya y Vega, 1991; Vozzo, 2010).

La **madera** no presenta olor ni sabor característico, la **albura** es de coloración crema amarillenta, el **duramen** es rosado o rojo-marrón, violeta o violeta oscuro, de grano fino, compacta, duradera, pero no en exteriores en condiciones húmedas, lo que le proporciona aceptabilidad para obtener acabados de calidad. La densidad de la madera es de 0.7 g/cm³ (Ordóñez Díaz *et al.*, 2015).



Figura 62. Muestra de madera de *C. mexicanum* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El caimito forma parte de la selva tropical subcaducifolia y selvas altas perennifolias, crece bien en suelos bien drenados y profundos, hasta una altitud de 500 o 600 msnm. En la península de Yucatán se le encuentra de manera muy localizada en la parte sur de Yucatán y parte norte de Quintana Roo. La mayor densidad se encuentra en la selva mediana con 5 árboles por hectárea, con una altura promedio de 9 m y diámetro normal de 12 cm, en la selva baja se puede encontrar menos de un árbol por hectárea con altura de 8 m y 11 cm de diámetro normal.

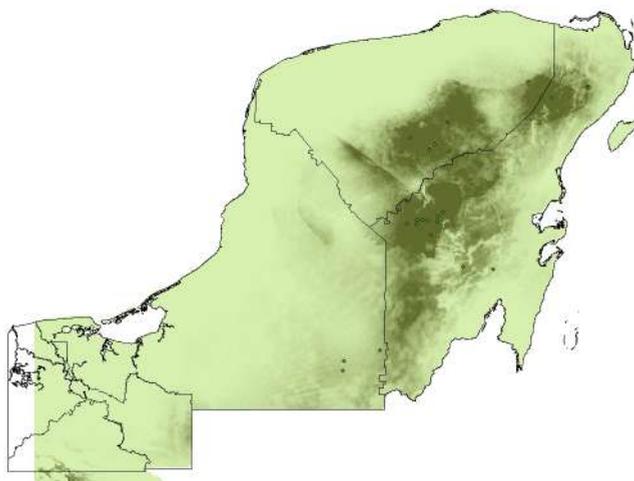


Figura 63. Distribución de caimito (*C. mexicanum*) en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde oscuro corresponden a los registros de la especie.

El principal uso en la península de Yucatán es comestible, asimismo, para postes, construcciones rurales, como árbol frutal, de sombra y de ornato, en traspacios y jardines, además es una especie melífera. La madera se usa en construcciones pesadas, muebles de lujo, gabinetes y balaustradas. Las hojas poseen un alcaloide, también resina, ácido recínico una sustancia amarga y se le atribuyen propiedades antidiabéticas o como un expectorante. Corteza astringente rica en tanino, se bebe como tónico, estimulante, para detener la diarrea, la disentería y las hemorragias. La semilla pulverizada se toma como tónico, diurético y antifebril. El látex del árbol se aplica sobre los abscesos, seco se usa como un potente vermífugo. También se toma como un diurético y remedio para la disentería (Romero, 1985; Reyes *et al.*, 2000; García-Reyes, 2012).

Manilkara zapota (L.) P Royen.

Zapote, chicozapote, árbol del chicle, ya'a

Sinonimias: *Manilkara gaumeri* Gilly, *Manilkara breviloba* Gilly, *Manilkara petenensis* Lundell, *Manilkara lobulata* Lundell, *Achras coriacea* Lundell, *Achras dactylina* Lundell., *Achras latiloba* Lundell, *Achras paludosa* Lundell, *Achras tainteriana* Lundell.

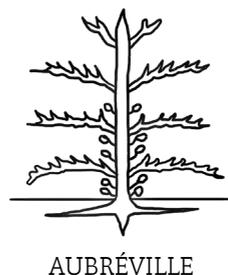


Figura 64. Tallo, hojas, fruto y modelo arquitectónico de *M. zapota* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol perennifolio, de hasta 40 m de **altura, diámetro normal** de hasta de 1.5 m, **tronco** recto, a veces con espuelas, acanalado. **Copa** piramidal, con **ramas** horizontales separadas (Vester, 2017). **Corteza** externa profundamente fisurada, de 20 a 25 mm de grosor, color moreno oscuro, con abundante látex de color blanco. **Hojas** dispuestas en espiral, simples, alternas, reunidas en las puntas de las ramas, obovadas u oblanceoladas, a veces ligeramente curvada, de 10 a 50 cm de largo, con látex blanco y pegajoso. Las **flores** son actinomorfas, solitarias axilares, sépalos pardo-verdosos. Especie perennifolia la cual presenta **floración** casi todo el año, principalmente de mayo a julio (Pennington y Sarukhan, 2005).

Los **frutos** son bayas globosas u ovoides, de hasta 20 cm de largo y 12 cm de diámetro, color marrón rojizos cuando están maduros, carnosos, con una cáscara gruesa y áspera, pulpa color rojo anaranjado o rosa; con un sabor dulce y agradable al gusto. Cada fruto normalmente contiene una semilla. Las **semillas** son elipsoides a elipsoides-ovadas, agudas en las puntas, de 8 a 10 cm de largo y de 3 a 6 cm de ancho, la cubierta de la semilla varía de marrón a negro; es lisa, brillante con una cicatriz de hilio lateral, color blanco a crema amarillento, ocupa gran parte del cuerpo de la semilla (Pennington y Sarukhan, 2005).

Los frutos se pueden recoger del suelo o del árbol, se trasladan en cajas o costales. Para extraer las semillas, se retira la parte carnosa del fruto a mano, sumergiéndola en agua para facilitar la extracción y retirando las impurezas. Las semillas se secan al sol en espacios ventilados durante un par de horas. La recolección de **frutos** se realiza entre los meses de marzo a mayo.

La **madera** presenta un olor parecido al hule y de sabor astringente, la **albura** es de color castaño claro y el **duramen** castaño rojizo oscuro, vetado suave a pronunciado, textura fina heterogénea e hilo recto, zonas de crecimiento no definidas. La madera es dura y muy resistente a los insectos, presenta una densidad básica de 0.90 g/cm^3 y se clasifica como excepcionalmente alta, la albura tiene una densidad básica de 0.926 g/cm^3 y el duramen de 1.043 g/cm^3 , el peso específico es de 1.118 g/cm^3 (Tamarit y López, 2007).



Figura 65. Muestra de madera de *M. zapota* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Manilkara zapota se desarrolla en la selva alta y mediana subperennifolia, en temperatura media anual de 26 °C, con precipitación media anual de 1,200 mm; tolera sequías moderadas, crece en suelos sedimentarios, calizos, calcáreos, con subsuelos rocosos, francos y profundos. En la península de Yucatán, *M. zapota* se distribuye principalmente en las selvas medianas del estado de Quintana Roo y parte de las selvas altas del sur de Campeche. En las selvas altas se puede encontrar una densidad menor a un árbol por hectárea con una altura promedio de 13 m y un diámetro normal de 30 cm. En la selva alta se tiene una densidad mayor de 20 árboles por hectárea con alturas de 10 m y diámetro normal promedio de 30 cm. En las selvas bajas inundables se tiene una densidad de 8 árboles por hectárea y una altura promedio de 8 m y un diámetro normal de 15 cm.

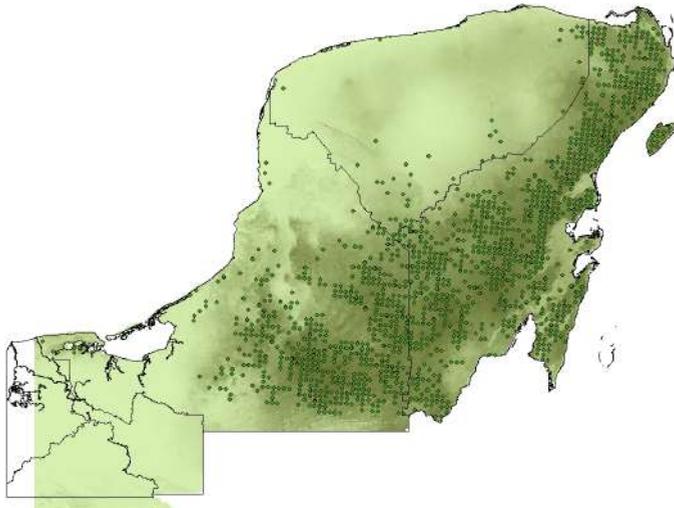


Figura 66. Distribución de *M. zapota* en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

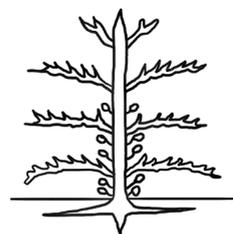
En la península de Yucatán es considerado un árbol que provee alimento, madera y productos no maderables como el látex; también se utiliza para fabricar implementos agrícolas y mangos para herramientas. Se usa para la construcción rural, leña y vigas. El árbol se cultiva en traspatios. La madera se utiliza para la fabricación de dinteles, vigas, durmientes, pisos, columnas, muebles, decoración de interiores, construcciones marinas, ebanistería, parquet y pisos de fábrica. En el uso medicinal se le atribuyen propiedades a la corteza para tratar la disentería y diarrea; la resina de las semillas se emplea como diurético y las hojas para normalizar la presión alta.

El fruto del zapote es rico en nutrientes (azúcares, ácidos, proteínas, aminoácidos), minerales (potasio, calcio y hierro) y compuestos bioactivos que se componen principalmente de elagitaninos, ácido fenólico, déspsidos y flavonoides (antocianinas y flavanoles); por lo que tiene un enorme potencial de aplicaciones farmacológicas. La corteza de *M. zapota* está enriquecida con varios fitoconstituyentes bioactivos de los cuales se extrae el etanol, el cual se utiliza para la producción del biodiésel (Kumar *et al.*, 2015) y también es utilizado en el tratamiento de la diabetes por sus efectos anti-diabéticos que ayuda al control glucémico y a regular la alteración bioquímica (Karle *et al.*, 2022), también resulta beneficioso en el tratamiento de la epilepsia (Barbalho *et al.*, 2015) y como agente antibacteriano contra bacterias *Streptococcus mutans*. Del extracto de la cáscara del fruto se sintetiza SFP–CeO₂NP, el cual muestra una buena actividad antimicrobiana contra varios patógenos (bacterias y hongos) y presenta además actividad antidiabética (Osman *et al.*, 2011; Ayodhya *et al.*, 2022; Turnip y Sirait, 2022). De la almendra se extrae un aceite esencial que se utiliza en la industria de los cosméticos, para el tratamiento del cabello, la calvicie y para la fabricación de jabones (Bangar *et al.*, 2022).

Pouteria campechiana (Kunth) Baehni

Kanisté, k`aniste, mameicillo

Sinonimias: *Lucuma campechiana* Kunth; *Lucuma elongata* (C.F.Gaertn.) Steud.; *Lucuma glabrifolia* Pittier; *Lucuma heyderi* Standl.; *Lucuma inseparabilis* Dubard; *Lucuma laeteviridis* Pittier; *Lucuma nervosa* A. DC.; *Lucuma palmeri* Fernald; *Lucuma rivicoa* var. *angustifolia* Miq.; *Lucuma salicifolia* Kunth; *Lucuma sphaerocarpa* A. DC.; *Pouteria campechiana* var. *nervosa* (A. DC.) Baehni; *Pouteria campechiana* var. *palmeri* (Fernald) Baehni; *Pouteria campechiana* var. *salicifolia* (Kunth) Baehni; *Pouteria elongata* (C.F. Gaertn.) Baehni; *Pouteria glabrifolia* (Pittier) Cronquist; *Pouteria laeteviridis* (Pittier) Lundell; *Pouteria mante* Lundell; *Radlkoferella glabrifolia* (Pittier) Aubrév.; *Radlkoferella inseparabilis* Pierre [Invalid]; *Radlkoferella sphaerocarpa* (A.DC.) Pierre; *Richardella campechiana* (Kunth) Pierre; *Richardella nervosa* (A.DC.) Pierre; *Richardella salicifolia* (Kunth) Pierre; *Sapota elongata* C.F. Gaertn.; *Sideroxylon campestre* Brandegees; *Vitellaria campechiana* (Kunth) Engl.; *Vitellaria nervosa* (A. DC.) Radlk.; *Vitellaria salicifolia* (Kunth) Engl.; *Vitellaria sphaerocarpa* (A. DC.) Radlk.; *Vitellaria tenuifolia* Engl.; *Xantolis palmeri* (Fernald) Baehni.



AUBRÉVILLE

Figura 67. Tallo, hojas y modelo arquitectónico de *P. campechiana* en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

Árbol perennifolio, de 18 a 25 m de **alto**, **tronco** de 30 cm de **diámetro normal**; **ramas** delgadas y ascendentes, pubescentes en las partes más jóvenes, glabras o glabrescentes al madurar, **copa** irregular (Vester, 2017). **Hojas** en espiral aglomeradas en la punta de las ramas, pecíolo de 5 a 28 mm de largo, glabro, lámina oblanceolada, de 6 a 25 cm de largo, ápice redondeado a acuminado, base atenuada, haz verde claro, brillante, envés verde-amarillento. Las **flores** son de color verde claro, de olor fragante y dispuestas en pequeños fascículos axilares en pedicelos de 5 a 14 mm de largo, finamente sedosos; sépalos 5 o 6; corola infundibuliforme, color verde claro. **Florece** de mayo a junio (Pennington y Sarukhán, 2005).

El **fruto** es una baya, elipsoide a subglobosa, de 2.5 a 7 cm de largo, cáliz persistente, verde oscuro, carnosas de color amarillo cuando están maduras, con una cáscara delgada y una pulpa amarillenta, sabor dulce que produce un exudado blanco pegajoso, especialmente cuando está inmadura. Cada **fruto** con 2 a 5 semillas, elipsoides a ovoides, de 2 a 4 cm de largo, color café brillante, testa lisa, café brillante, cicatriz dorsal, lateral larga y grande, color blanco o crema amarillenta, y ocupa parte del cuerpo de la semilla. Los frutos maduran de junio a noviembre. Los frutos son dispersados por la fauna silvestre, principalmente monos (Rodríguez *et al.*, 2009; Ibarra-Manríquez y Cornejo-Tenorio, 2010).

Los **frutos** se recolectan directamente del suelo o del árbol por medio de ganchos metálicos, se trasladan en costales o cajas. Para extraer las **semillas** se colocan los frutos en un recipiente de agua para retirar la pulpa manualmente. Las semillas se secan al sol en lugares ventilados por 1 ó 2 horas. Un kilogramo contiene aproximadamente 490 semillas. Se pueden almacenar a temperatura ambiente hasta por nueve meses como máximo. También se pueden almacenar en contenedores herméticos cerrados a 20 °C, con un contenido de humedad de 6 a 8 % (Vozzo, 2010).

La **madera** no presenta ni olor ni sabor característico, la **albura** y **duramen** presentan un color amarillo, sin brillo, vetado suave, textura mediana e hilo entrecruzado, zonas de crecimiento sin definición. El peso específico es de 0.76 g/cm³, se clasifica como madera pesada; con contracciones muy altas y rajaduras al secarse, se clasifica como moderadamente resistente al ataque de hongos (*Pycnoporus sanguineus*), y altamente resistente al ataque de *Leccinum lepidus* y *Stereum sanguinolentum* (Tamarit y López, 2007).



Figura 68. Muestra de madera de *P. campechiana* resguardado en la colección de la xiloteca del Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo.

El kanisté, crece principalmente en zonas con precipitaciones entre 900 a 1,800 mm, en climas tropicales y subtropicales, con temperaturas medias de 26 °C. Prospera en una amplia variedad de suelos, arcillosos, arenosos o rocosos, derivados de material calizo, material ígneo o granito, ácidos o calizos, profundos o superficiales, con buen drenaje. Resiste bien la sequía y necesita solamente humedad moderada.

En la península se le encuentra principalmente en las selvas medianas de Quintana Roo y la parte sur de Campeche. Con una densidad de 10 árboles por hectárea con una altura promedio de 11 m y diámetro 16 cm. En las áreas de transición de selva alta y baja se encuentran menos de un árbol por hectárea.

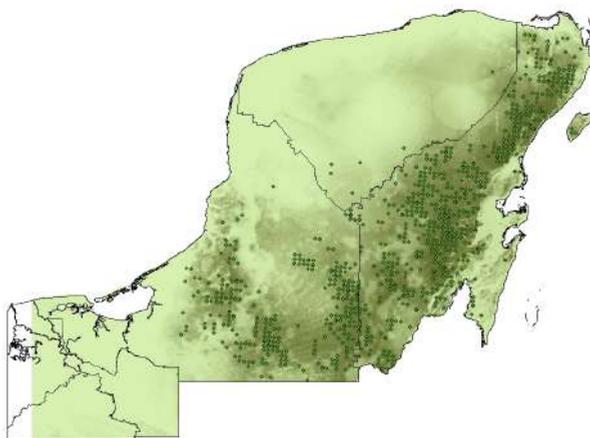


Figura 69. Distribución de *P. campechiana* en la península de Yucatán. Las zonas verde oscuras son las de mayor densidad, las más claras no tienen registros y los puntos de color verde corresponden a los registros de la especie.

En la península de Yucatán, el fruto del kanisté es consumido como de temporada, es usado como árbol frutal y de sombra en traspatios. También es utilizado como árbol de sombra en cafetales, su madera es utilizada para la construcción de casas, marcos y muebles.

También se le atribuyen propiedades curativas: la corteza del árbol como medicamento antipirético para disminuir la fiebre, para tratar el dolor y ampollas en la piel. El extracto acuoso de hoja de *P. campechiana* podría considerarse un agente de control de mosquitos. El extracto etanólico de semillas podría ser utilizado como analgésico, antiinflamatorio y úlceras pépticas (Lim, 2013; Aly *et al.*, 2016; Ma *et al.*, 2020).

Literatura consultada

Aguirre de los Ríos, F. F. y Zeballos Pollito, P. A. 2014. Caracterización Fenotípica, Dendrológica y Anatómica de los Tipos Morfológicos del *Cordia alliodora* (R. &P.) Oken Procedentes de Plantaciones Realizadas en Jaén, Cajamarca-Perú. *Ceprosimad*, 2(2), pp. 7–20.

Aji, A., Oktafiani, D., Yuniarto, A. y Amin, A. K. 2022. Biosynthesis of gold nanoparticles using Kapok (*Ceiba pentandra*) leaf aqueous extract and investigating their antioxidant activity. *Journal of Molecular Structure*, 1270, p. 133906. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.133906>.

Aldana, J. P., Lugo, F. C. y Sánchez, F. S. 2010. Rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleifera* asociadas y en monocultivo en un banco de forraje. *La Revista Forestal Venezolana*, 54(2), pp. 161–168.

Alves-Costa, C. P. y Eterovick, P. C. 2007. Seed dispersal services by coatis (*Nasua nasua*, Procyonidae) and their redundancy with other frugivores in southeastern Brazil. *Acta Oecologica*, 32(1), pp. 77–92. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2007.03.001>.

Aly, M. E., Nebal, D. E. T., Sherifa, F. M., Rabab, M. A. y Sally, A. E. A. 2016. Chemical composition and biological activities of *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(16), pp. 209–215. Doi.10.5897/JMPR2015.603.

Anaya, F. J. y Vega, A. 1991. Propagación sexual del caimito (*Chrysophyllum cainito*) en el estado de Morelos, México. *Revista Chapingo*. 15, pp. 73–74.

Anon. 1981. What is agroforestry?. (Editorial). *Agroforestry Systems* 1: 7.

Armstrong, K. E., Stone, G. N., Nicholls, J. A., Valderrama, E., Anderberg, A. A., Smedmark, J. y Richardson, J. E. 2014. Patterns of diversification amongst tropical regions compared: a case study in Sapotaceae. *Frontiers in genetics*, 5, 362.

Attar, F., Esfandani-Bozchaloyi, S., Mirtadzadini, M., y Ullah, F. 2018. Taxonomic identification in the tribe Cynoglosseae (Boraginaceae) using palynological characteristics. *Flora*, 249, pp. 97–110. <https://doi.org/10.3389/fgene.2014.00362>.

Ayodhya, D., Ambala, A., Balraj, G., Kumar, M. P., y Shyam, P. 2022. Green synthesis of CeO₂ NPs using Manilkara zapota fruit peel extract for photocatalytic treatment of pollutants, antimicrobial, and antidiabetic activities. *Results in Chemistry*, 4, p. 100441. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2022.100441>.

Ayoka, A. O., Akomolafe, R. O., Akinsomisoye, O. S., y Ukponmwan, O. E. 2008. Medicinal and economic value of *Spondias mombin*. *African Journal of Biomedical Research*, 11(2), pp. 129–136.

Baky, M. H., Kamal, A. M., Elgindi, M. R., y Haggag, E. G. 2016. A review on phenolic compounds from family Sapotaceae. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(2), p. 280. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.05.016>.

Bangar, S. P., Sharma, N., Kaur, H., Kaur, M., Sandhu, K. S., Maqsood, S., y Ozogul, F. 2022. A review of Sapodilla (*Manilkara Zapota*) in human nutrition, health, and industrial applications. *Trends in Food Science & Technology*. 127, pp. 319–334. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.05.016>.

Barbalho, S. M., Bueno, P. C. D. S., Delazari, D. S., Guiguer, E. L., Coqueiro, D. P., Araújo, A. C., ... y Groppo, M. 2015. Antidiabetic and antilipidemic effects of *Manilkara zapota*. *Journal of medicinal food*, 18(3), 385–391. <https://doi.org/10.1089/jmf.2013.0170>.

Bayer, C. y Kubitzki, K. 2003. Malvaceae. In: Kubitzki, K., Bayer, C. (eds) Flowering Plants · Dicotyledons. The Families and Genera of Vascular Plants, vol 5. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-07255-4_28.

Beck, H. 2005. Seed predation y dispersal by peccaries throughout the Neotropics and its consequences: a review and synthesis. *Seed fate: Predation, dispersal and seedling establishment*, pp. 77–115. <https://doi.org/10.1079/9780851998060.0077>.

Benítez B., G., Ma. T. P. Pulido–Salas y Equihua Z. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A. C., SIGOLFO, CONAFOR. Xalapa, Veracruz, México. 288 p.

Berg, C. C. 1980. Moraceae. Flora of the Netherlands Antilles, 2(2), pp. 111–120.

Berg, C. C., Corner, E. J. H. y Jarrett, F. M. 2006. Moraceae genera other than Ficus. Flora Malesiana–Series 1, *Spermatophyta*, 17(1), pp. 1–146.

Berjak, P., y Pammenter, N. W. 2010. Semillas ortodoxas y recalcitrantes. Manual de Semillas de Árboles Tropicales. IV. US. Agricultural Department. *Forestral Service*, pp. 143–155.

Borchert, R., y Tomlinson, P. B. 1984. Architecture and crown geometry in *Tabebuia rosea* (Bignoniaceae). *American Journal of Botany*, 71(7), pp. 958–969.

Brito Neto, R. L., Araújo, E. I. D. P., Maciel, C. M. S., Paula, A. D., y Tagliaferre, C. 2018. Fenología de *Astronium graveolens* Jacq. em floresta estacional decidual em Vitória da Conquista, Bahia. *Ciência Florestal*, 28, pp. 641–650.

Britton, D. M. 1951. Cytogenetic studies on the Boraginaceae. *Brittonia*, 7(4), pp. 233–266.

Burgos S., Y. y Montiel, S. 2016. Prospección alimentaria del mono araña (*Ateles geoffroyi*) en petenes del humedal costero de Campeche, México. *Acta zoológica mexicana*, 32(3), pp. 404–406.

Cabrera–Araujo, Z. y Hernández Escalante, V. 2019. Frutas del plato tradicional maya como potenciales alimentos funcionales. *Ciencia y Humanismo En La Salud*, 6(3).

Cabrera–Núñez, A., M. Lammoglia–Villagomez, S. Alarcón–Pulido, C. Martínez–Sánchez, R. Rojas–Ronquillo y Velázquez–Jiménez S. 2019. Fodder trees and shrubs used to feed cattle in northern Veracruz, Mexico. *Abanico Veterinario*. 9(1) p. 12.

Cahuich–Campos, D. 2012. El huerto maya y la alimentación cotidiana de las familias campesinas de X–Mejía, Hopelchén, Campeche. El huerto familiar del sureste de Mexico, edited by R. Mariaca, pp.197–229.

Camacho Medina, G. L. 2006. El efecto antiinflamatorio de los extractos etanólicos de corteza y hojas y fracciones obtenidas del mismo, aisladas de la especie *bursera simaruba*. *Revista Facultad de Farmacia*. 69 (1 y 2).

Campos–Vega, R., Luzardo–Ocampo, I., Cuellar–Nuñez, M. L., y Oomah, B. D. 2022. Designer food and feeds from underutilized fruits and vegetables. *In Future Foods*, Academic Press, pp. 165–182. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91001-9.00013-X>

Canche, G. E. 2022. La milpa maya y su contribución a la soberanía alimentaria. *Diversidad*, (22), pp. 103–109.

Canché–Colli C., Rodríguez, R. y Canto, A. 2020. Cuando la separación da frutos en el amor: el siricote, *Cordia dodecandra* (Boraginaceae). Desde el Herbario CICY 12: 133–138 Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/ ISSN: 2395–8790

Carbajal E., A.A. 2017. Sistema silvopastoril con árboles multipropósito: *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm., *Enterolobium cyclocarpum* Jacq Griseb y *Swietenia macro-*

phylla King. en Palmar Grande, Municipio de Tlatlaya, Estado De México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del estado de México. Temascaltepec, México. 75 p.

Cárdenas B., L. 2003. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales. Gobierno del Estado de Michoacán. Comisión Forestal del Estado de Michoacán, Morelia, Mich. México. 53 p.

Carmello–Guerreiro, SM. y Paoli, A. A. S. 2000. Estrutura do pericarpo e da semente de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas. *Revista Brasileira de Botânica*, 23(1) pp. 87–96. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042000000100010>.

Carranza, G. E. 2005. Sapotaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. *Fascículo*, 132, pp. 1–28.

Carranza–González, E. 2005. Flora del bajío y de regiones adyacentes, Familia Sapotaceae. Instituto de Ecología A.C., Pátzcuaro, Michoacán, México

Chan, E. W. C., Yeong, S. W., Wong, C. W., Soo, O. Y. M., Phua, A. C. Y. y Ng, Y. K. 2022. *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. An overview of its botany, uses, reproductive biology, pharmacological properties, and industrial potentials. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 10 (20), pp. 1–7 (on line 226). DOI: 10.7324/JABB.2023.110101

Chapman, C. 1988. Patterns of foraging and range use by three species of neotropical primates. *Primates*, 29(2), pp. 177–194.

Chapman, C. A. 1989. Primate seed dispersal: the fate of dispersed seeds. *Biotropica*, 21(2), pp. 148–154.

Chemas, A., y Rico–Gray, V. 1991. Apiculture and management of associated vegetation by the maya of Tixcaltuyub, Yucatan, Mexico. *Agroforestry Systems*, 13(1), pp. 13–25.

Coley Silva, L. F., y Ahumada Navarro, W. E. 2019. Modelo de uso de la planta medicinal *Bursera simaruba* y su actividad antiinflamatoria. Para obtener el grado de maestro en biotecnología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Barranquilla, Colombia.

Cordero, J. J., Boshier, D. H., Barrance, A., Beer, J. W., Boshier, D. H., Chamberlain, J. y Pennington, T. D. 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Orton IICA/CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Córdoba F. R. 1997. Características, propiedades y usos de la madera del laurel (*Cordia alliodora*). *Revista Forestal Centroamericana* 6, (20), pp. 18–23.

Cruz, G. G., García-Frapolli, E., Fernández, A. C. y Rada, J. M. D. 2014. Conocimiento tradicional maya sobre la dinámica sucesional de la selva. Un caso de estudio en la Península de Yucatán. *Etnobiología*, 12(1), pp.60–67.

Daly, D. C., Harley, M. M., Martínez-Habibe, M. C. y Weeks, A. 2010. Burseraceae. In *Flowering Plants. Eudicots*, Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 76–104.

Daly, D. C., Perdiz, R. O., Fine, P. V., Damasco, G., Martínez-Habibe, M. C., y Calvillo-Canadell, L. 2022. A review of Neotropical Burseraceae. *Brazilian Journal of Botany*, pp. 1–35.

De Almeida, A., Morris, R. J., Lewis, O. T. y Mikich, S. B. 2018. Complementary roles of two resilient neotropical mammalian seed dispersers. *Acta oecologica*, 88, pp. 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2018.02.011>

De Stefano, R. D., y Cetzal-Ix, W. 2016. Fabaceae (Leguminosae) en la Península de Yucatán, México. *Desde el Herbario CICY*, 8, pp. 111–116.

DeCarlo, A.; Dosoky, N.S.; Satyal, P.; Sorensen, A. y Setzer, W.N. 2019. The essential oils of the Burseraceae. In *Essential Oil Research: Trends in Biosynthesis, Analytics, Industrial Applications and Biotechnological Production*; Malik, S., Ed.; Springer: Cham, Switzerland, 2019; pp. 61–145.

Dewanjee, S., Maiti, A., Das, A. K., Mandal, S. C., y Dey, S. P. 2009. Swietenine: A potential oral hypoglycemic from *Swietenia macrophylla* seed. *Fitoterapia*, 80(4), pp. 249–251. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2009.02.004>

Domínguez Zárate, P. A., García Martínez, I., Güemes-Vera, N., Totosaus, A., y Pássaro Carvalho, C. P. 2019. Textura, color y aceptación sensorial de tortillas y pan producidos con harina de ramón (*Brosimum alicastrum*) para incrementar la fibra dietética total. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), pp. 699–719. <https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num3art:1590>

Dorantes, E. A., y Evan, F. R. 2017. La fenología de frutos de la duna costera de la Península de Yucatán. *Desde El Herbario CICY*, 9, pp. 37–47.

Dzib-Castillo, B. B., Van der Wal, H., Cervantes-Gutiérrez, V., Cetzal-Ix, W., Chanatásig-Vaca, C. I., y Casanova-Lugo, F. 2021. Native tree diversity: basis for the design of agroforestry systems in a mayan community in the Yucatan peninsula, Mexico. *Polibotánica*, (51), pp. 73–89. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.51.5>.

Dzul-Cauich, H. F., del Carmen Puc-Sosa, M., Canto-Osorio, J. M. y Ballina-Gomez, H. S. 2018. Elección diferencial de frutos en dos especies simpátricas de mo-

nos y murciélagos frugívoros en el sureste de México. *Revista Acta Biologica Colombiana*, 23(2), pp. 141–151.

Eid, A. M. M., Elmarzugi, N. A. y El-enshasy, H. A. 2013. A review on the phytopharmacological effect of *Swietenia macrophylla*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5, pp. 47–53.

Elumalai, A., Mathangi, N., Didala, A., Kasarla, R. y Venkatesh, Y. 2012. A Review on *Ceiba pentandra* and its medicinal features. *Asian J Pharm Tech*, 2(3), 83–86.

Escobar–Ramírez, S., Duque, S., Henao, N., Hurtado–Giraldo, A. y Armbrecht, I. 2012. Removal of nonmyrmecochorous seeds by ants: role of ants in cattle grasslands. *Psyche*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/951029>

Esparza–Olguín, L. G., Vargas–Contreras, J. A., Martínez–Romero, E. y Escalona–Segura, G. 2019. Diversidad y biomasa de la selva circundante al Volcán de los Murciélagos, en Campeche, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(16), pp. 79–90.

Estrada, A. y Coates–Estrada, R. 1986. Frugivory by howling monkeys (*Alouatta palliata*) at Los Tuxtlas, Mexico: dispersal and fate of seeds. En: *Frugivores and seed dispersal*, Estrada y Fleming, T.H. (eds.). Junk Publishers, Dordrecht, pp. 93–104, https://doi.org/10.1007/978-94-009-4812-9_10

Falah, S., Suzuki, T. y Katayama, T. 2008. Chemical constituents from *Swietenia macrophylla* bark and their antioxidant activity. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(16), 2007–2012.

Fedick, S. L. y Santiago, L. S. 2022. Large variation in availability of Maya food plant sources during ancient droughts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(1), e2115657118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2115657118>

Felipe, A. M. M., Rincão, V. P., Benati, F. J., Linhares, R. E. C., Galina, K. J., De Toledo, C. E. M. y Nozawa, C. 2006. Antiviral effect of *Guazuma ulmifolia* and *Stryphnodendron adstringens* on poliovirus and bovine herpesvirus. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 29(6), 1092–1095. <https://doi.org/10.1248/bpb.29.1092>

Fernandes, T. T., Dos Santos, A. T. y Pimenta, F. C. 2005. Atividade antimicrobiana das plantas *Plathymenia reticulata*, *Hymenaea courbaril* E *Guazuma ulmifolia*. *Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology*, 34(2). <https://doi.org/10.5216/rpt.v34i2.1916>

Fernández-Concha, G. C., de Stefano, R. D., Ramírez, I. y Tapia, J. L. 2010. Diversidad de la flora. En: Durán, R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Fernández F., León, J., HuacchaA. y Aguirre F. 2019. Propiedades organolépticas, físicas y mecánicas de la madera de *Cordia alliodora* (R. y P.) Oken de parcelas agroforestales en Jaén, Cajamarca. *Revista Científica Pakamuros*, 7(1), 80–91. <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v7i1.78>.

Fierro, M., Cruz-López, L., Sánchez, D., Villanueva-Gutiérrez, R. y Vandame, R. 2012. Effect of Biotic Factors on the Spatial Distribution of Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae, *Meliponini*) in Fragmented Neotropical Habitats. *Neotropical Entomology*, 41(2), pp. 95–104. <https://doi.org/10.1007/s13744-011-0009-5>

Fischer, E., Theisen, I. y Lohmann, L. G. 2004. Bignoniaceae. In J. W. Kadereit [ed.] *The families and genera of vascular plants*, 7, pp. 9– 38 Springer-Verlag Heidelberg, Germany.

Flores, D. A. H. y Götz, C. M. 2014. La alimentación de los antiguos mayas de la Península de Yucatán: consideraciones sobre la identidad y la cuisine en la época prehispánica. *Estudios de cultura maya*, 43(43), pp. 69–98. [https://doi.org/10.1016/S0185-2574\(14\)70325-9](https://doi.org/10.1016/S0185-2574(14)70325-9)

Flores, J. S. 1990. The flowering periods of leguminosae in the Yucatan Peninsula in relation to honey flows. *Journal of Apicultural Research*, 29(2), pp. 82–88.

Flores, J. S. 2002. Diferentes usos de las leguminosas en la Península de Yucatán. *Sociedades rurales, producción y medio ambiente*, (4), 59–63.

Flores, J. S. y Bautista, F. 2012. Knowledge of the Yucatec Maya in seasonal tropical forest management: the forage plants. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(2), pp.503–518.

Fragoso, JM y Huffman, JM. 2000. Patrones de dispersión de semillas y reclutamiento de plántulas por parte del último elemento megafaunal neotropical en la Amazonía, el tapir. *Revista de Ecología Tropical*, 16 (3), pp. 369–385.

Francisco, G. y Hernández, I. 1998. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth. y Walp., árbol multipropósito para una ganadería sostenible. *Pastos y Forrajes*, 21(3).

Gaddigoudar, P. S., Banapurmath, N. R., Basavarajappa, Y. H., Yaliwal, V. S., Harari, P. A. y Nataraja, K. M. 2022. Effect of injection timing on the performance of *Ceiba Pentandra* biodiesel powered dual fuel engine. *Materials Today: Proceedings*, 49 (5), pp. 1756–1761. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.009>

García, C. E. C. 2021. Actividad antibacteriana y antioxidante de *Cordia dodecandra*, *Melochia nodiflora* y *Ruellia nudiflora* y aislamiento de un metabolito secundario (Doctoral dissertation, Centro de Investigación Científica de Yucatán).

García-Frapolli, E., Toledo, V. M. y Martínez-Alier, J. 2008. Apropiación de la naturaleza por una comunidad maya yucateca: un análisis económico-ecológico. *REVIBEC-Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, pp. 27-42.

García-Reyes, A. A. 2012. Valoración de la respuesta toxicológica y glicémica de extractos de *Chrysophyllum mexicanum* (caimito) durante el periodo nov. 2011-mov 2012 (Doctoral dissertation). Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua UNAN-León Facultad de Ciencias Químicas.

Gentry, A. H. 1992. A synopsis of Bignoniaceae ethnobotany and economic botany. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, pp. 53-64.

Gentry, A. H. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru), with supplementary notes on herbaceous taxa. *Conservation International*. Washington, DC. 895p.

Ginting, Z., Maliki, S. y Setiawan, A. 2022. Biodiesel Production from Crude Palm Oil Using Kapok Skin KOH (*Ceiba Pentandra*) Catalyst as Solid Green Catalyst. *Journal of Ecological Engineering*, 23(5). DOI 10.12911/22998993/147404

Gómez-Pompa, A. 1993. Las raíces de la etnobotánica mexicana. *Acta Biológica Panamensis*, 1, pp. 87-100.

González, J. G. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana (ns)*, (73), 57-74.

González-Luna, H. M. y Cruz-Castillo, J. B. 2021. Anatomía y propiedades físicas de dos especies forestales comerciales Cedro (*Cedrela odorata* L.) y Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) en Nicaragua. *La Calera*, 21(37), pp. 81-86.

Greenberg, R., Foster, M. S. y Marquez-Valdelamar, L. 1995. The role of the white-eyed vireo in the dispersal of *Bursera* fruit on the Yucatan Peninsula. *Journal of Tropical Ecology*, 11(4), pp. 619-639.

Gribel, R., Gibbs, P. y Queiróz, A. 1999. Fenología de la floración y biología de la polinización de *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) en la Amazonía Central. *Revista de Ecología Tropical*, 15 (3), 247-263. doi:10.1017/S0266467499000796

Cutiérrez, R. V. y Collí-Ucán, W. 1996. La apicultura en la Península de Yucatán, México y sus perspectivas. *Folia Entomológica Mexicana*, 97, pp. 55-70.

Gutiérrez-Vázquez, B. N., Cornejo-Oviedo, E. H., Gutiérrez-Vázquez, M. H. y Gómez-Cárdenas, M. 2012. Variación y predicción de la densidad básica de la madera de *Cedrela odorata* L. *Revista fitotecnica mexicana*, 35(SPE5), pp. 87–90.

Haag, V., Koch, G., Richter, H. G., Evans, R., Guzmán, J. A. S. y Schmitt, U. 2019. Wood anatomical and topochemical analyses to characterize juvenile and adult wood of lesser-known species from Central America (Mexico). *IAWA journal*, 40(4), pp. 785–803.

Haber, W. 2014. Las plantas y la vegetación. Monteverde: ecología y conservación de un bosque nuboso tropical. Oxford University Press, pp. 56–138.

Hallé F. 1995. Canopy architecture in tropical trees: a pictorial approach. En: Lowman M.D. y Nadkarni N.M. Eds. *Forest Canopies*, pp. 27–44, Academic Press, San Diego.

Hallé F. Oldeman R.A.A. y Tomlinson P.B. 1978. *Tropical Trees and Forests. An Architectural Analysis*. Springer, Berlín.

Hallé F. y Oldeman R.A.A. 1970. *Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. [Traducción al inglés 1975]. Penerbit University Malaya, Kuala Lumpur.

Hernández, S. F., Cimé, J., Sosa, J., Pech, J. y Chablé, J. 2010. Mamíferos terrestres. En: Durán, R. y M. Méndez (Eds). 2010. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. p. 496.

Hernández, V., Malafrente, N., Mora, F., Pesca, M. S., Aquino, R. P. y Mencherini, T. 2014. Antioxidant and antiangiogenic activity of *Astronium graveolens* jacq. leaves. *Natural Product Research*, 28(12), pp. 917–922. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.889134>.

Hernández, V., Mora, F., Araque, M., De Montijo, S., Rojas, L., Meléndez, P. y De Tommasi, N. 2013. Chemical composition and antibacterial activity of *Astronium graveolens* JACQ essential oil. *Revista latinoamericana de química*, 41(2), pp. 89–94.

Herrera, Carlos M. 1989. Vertebrate Frugivores and Their Interaction with Invertebrate Fruit Predators: Supporting Evidence from a Costa Rican Dry Forest. *Oikos*, 54, (2), pp. 185–88, <https://doi.org/10.2307/3565264>.

Hou, D. 1974. Anacardiaceae. Flora Malesiana–Series 1, *Spermatophyta*, 8(1), pp.395–548

Ibarra-Manríquez, G. y Cornejo-Tenorio, G. 2010. Diversidad de frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio de México. *Acta Botánica Mexicana*, 90, pp. 51–104.

Janzen, D. H. 1982. Removal of seeds from horse dung by tropical rodents: Influence of habitat and amount of dung. *Ecology*, 63(6), pp. 1887–1900.

Janzen, D.H. 1986. Ratones, grandes mamíferos y semillas: importa quién defeca qué y dónde. En: Estrada, A., Fleming, T.H. (eds) *Frugívoros y dispersión de semillas. Tareas para la ciencia de la vegetación*, vol 15. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-4812-9_23

Johnson, P. y Morales, R. 1972. A Review of *Cordia Alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. *Turrialba*, 22(2), pp. 210–220.

Karle, P. P., Dhawale, S. C., Mandade, R. J. y Navghare, V. V. 2022. Screening of *Manilkara zapota* (L.) P. Royen stem bark ethanolic extract for in vitro α -glucosidase inhibition, preliminary antidiabetic effects, and improvement of diabetes and its complications in alloxan-induced diabetes in Wistar rats. *Bulletin of the National Research Centre*, 46(1), pp. 1–18. <https://doi.org/10.1186/s42269-022-00783-3>

Kaul, M. L. 1988. Malvaceae. In *Male Sterility in Higher Plants* (pp. 705–716). Springer, Berlin, Heidelberg.

Kearney, T. H. 1951. The American Genera of Malvaceae. *The American Midland Naturalist*, 46(1), pp. 93–131. <https://doi.org/10.2307/2421950>

Kimmel, T. M., do Nascimento, L. M., Piechowski, D., Sampaio, E. V., Rodal, M. J. N. y Gottsberger, G. 2010. Pollination and seed dispersal modes of woody species of 12-year-old secondary forest in the Atlantic Forest region of Pernambuco, NE Brazil. *Flora–Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 205(8), pp. 540–547. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2009.12.022>

Krishnamurthy L. y Ávila, M. 1999. *Agroforestería Básica*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México, D.F.

Kumar, R. S., Sureshkumar, K. y Velraj, R. 2015. Optimization of biodiesel production from *Manilkara zapota* (L.) seed oil using Taguchi method. *Fuel*, 140, pp. 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.09.103>

Laborde, J. y Corrales-Ferrayola, I. 2012. Direct seeding of *Brosimum alicastrum* Sw. (Moraceae) and *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (Mimosaceae) in different habitats in the dry tropics of central Veracruz. *Acta botánica mexicana*, (100), 107–134.

Leenhouts, P. W., Kalkman, C. y Lam, H. J. 1955. Burseraceae. Flora Malesiana—Series 1, *Spermatophyta*, 5(1), pp. 209–296.

León Lobos, P. M., Bolados Corral, G. I., Gold, K., Rosas, C., Sandoval, S., Schilling, S. y Mesriam, D. 2014. Manual de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales. *La Serena*, Chile: INIA.

Lewis, G., Schrire B., Mackinder B. y Lock, M. 2005. Legumes of the world. Kew: *Royal Botanical Gardens*, p. 577. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960428606190198>

Lezama, C. P. y Morfin, F. C. 1992. Velocidad de germinación de veintiún especies forestales tropicales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 17(72), pp. 3–26.

Lim, T.K. 2013. *Pouteria campechiana*. In: *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5628-1_23

Lobo, J. A., Quesada, M. y Stoner, K. E. 2005. Effects of pollination by bats on the mating system of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) populations in two tropical life zones in Costa Rica. *American Journal of Botany*, 92(2), pp. 370–376.

Lohmann, L. G. 2006. Untangling the phylogeny of neotropical lianas (Bignoniaceae, Bignoniaceae). *American Journal of Botany*, 93(2), pp. 304–318.

López, B. P., Junco, B. A. R., Ramírez, A. R., Ledezma, J. A., y Magaña–Sevilla, H. F. 2009. Escarificación y dispersión por ovinos de semillas de *Guazuma ulmifolia* Lam. *Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável*, 4(2), p. 16.

López, R. R., Silvy, N. J., Peterson, M. J., Baur, E. H., González–García, F. y Brooks, D. M. 2014. Chachalacas, hocofoisanes y pavas. Ecología y Manejo de Fauna Silvestre en México. Colegio de Postgraduados, Univ. Autónoma de Chapingo, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Texcoco, México, México, 121–145.

López–Merlín, D., Soto–Pinto, L., Jiménez–Ferrer, G., y Hernández–Daumás, S. 2003. Relaciones alométricas para la predicción de biomasa forrajera y leña de *Acacia pennatula* y *Guazuma ulmifolia* en dos comunidades del norte de Chiapas, México. *Interciencia*, 28(6), pp. 334–339.

Ma, J. S., Liu, H., Han, C. R., Zeng, S. J., Xu, X. J., Lu, D. J. y He, H. J. 2020. Extraction, characterization and antioxidant activity of polysaccharide from *Pouteria campechiana* seed. *Carbohydrate Polymers*, 229, 115409.

Mabberley, D. J. 2010. Meliaceae. In *Flowering Plants. Eudicots* Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 185–211.

Mabberley, D. J., Pannell, C. M. y Sing, A. M. 1995. Meliaceae. *Flora Malesiana–Se-*

ries 1, *Spermatophyta*, 12(1), pp. 1–407.

Machado, I. C., Lopes, A. V. y Sazima, M. 2010. Contrasting bee pollination in two co-occurring distylic species of *Cordia* (Cordiaceae, Boraginales) in the Brazilian semi-arid Caatinga: generalist in *C. globosa* vs. specialist in *C. leucocephala*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82, pp. 881–891. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652010000400010>

MacSwiney G, M. C., Bolívar-Cimé, B., Alfaro-Bates, R., Ortíz-Díaz, J. J., Clarke, F. M. y Racey, P. A. 2017. Pollen movement by the bat *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera) in an agricultural landscape in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Mammal research*, 62(2), pp. 189–193. <https://doi.org/10.1007/s13364-016-0306-9>

Mahendra, C. K., Goh, K. W., Ming, L. C., Zengin, G., Low, L. E., Ser, H. L. y Goh, B. H. 2022. The Prospects of *Swietenia macrophylla* King in Skin Care. *Antioxidants*, 11(5), 913.

Marin, W., y Flores, E. 2002. *Astronium graveolens*—Species description. *Tropical tree seed manual*. USDA Forest Service, Washington, DC.

Martínez-Ceceñas, Y., Hénaut, Y., Naranjo, E. J. y Carrillo-Reyes, A. 2020. Feeding behavior of lowland paca (*Cuniculus paca*) in two sites with different land use in the Lancandona Rainforest, Chiapas, Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 91.

Martínez-Pérez de Ayala L. R., Martínez-Puc J. F. y Cetzal-Ix W. R. 2017. Apicultura: Manejo, Nutrición, Sanidad y Flora Apícola, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche. 112 p.

Masdar, N. D., Uyup, N. H., Zainol, Z. E., Roslani, M. A., Anuar, S. N. S., y Zulkafle, M. A. 2022. The chemical properties and anti-acne activity determination of *Swietenia macrophylla* seed extracts. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 26(2), 229–240.

Medina-Madrid, J., Cedeño-Medina, L., Torres-Hidalgo, C. y Castillo-Caballero, P. 2021. Dieta y nuevos registros de frugivoría del Mosquero Social (*Myiozetetes similis*) en Panamá. *Smithsonian Tropical Research Institute*, 25, 125–130.

Meléndez, V., Santos, J. B. C., y Salas, C. I. S. 2020. Polinización y polinizadores amenazados en desaparecer. *Bioagrociencias*, 13(2).

Miceli-Méndez, C.L., Ferguson, B. G. y Ramírez-Marcial, N. 2008. Dispersión de Semillas por el Ganado: Historia Natural y Aplicaciones a la Restauración de Bosques Neotropicales y Agrosilvicultura. En: Post-Sucesión Agrícola en el Neotrópico. *Springer*, Nueva York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-33642-8_7

Molina–Botero, I. C., Arroyave–Jaramillo, J., Valencia–Salazar, S., Barahona–Rosales, R., Aguilar–Pérez, C. F., Burgos, A. A. y Ku–Vera, J. C. 2019. Effects of tannins and saponins contained in foliage of *Gliricidia sepium* and pods of *Enterolobium cyclocarpum* on fermentation, methane emissions and rumen microbial population in crossbred heifers. *Animal Feed Science and Technology*, 251, pp. 1–11.

Montagnini, F. y Metzler, R. 2015. Biodiversidad, manejo de nutrientes y seguridad alimentaria en huertos caseros mesoamericanos. *Sistemas agroforestales*, 381.

Montero S., F.M., J.I. Valdez H., V.M. Cetina A. y L.R. Sánchez V. 2010. Crecimiento inicial de especies arbóreas multipropósito en un terreno ganadero del norte de Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2(3):54–68. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v2n3/v2n3a5.pdf>

Morán–Villa, V. L., Monterroso–Rivas, A. I., Gómez–Díaz, J. D., Márquez–Berber, S. R. y Valdés–Velarde, E. 2022. Floristic composition and arrangement of agroforestry systems of cocoa in Tabasco, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(2).

Moreno–Calles, A. I., Toledo, V. M. y Casas, A. 2013. Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), pp. 375–398.

Muñoz, B. C., Sánchez, J. A. y Almaguer, W. 2004. Germinación, dormancia y longevidad potencial de las semillas de *Guazuma ulmifolia*. *Pastos y forrajes*, 27(1).

Nair, P.K.R. 1989. Agroforestry defined. In: *Agroforestry systems in the tropics*. (Ed. P.K.R.

Nathan, P. T., Raghuram, H., Elangovan, V., Karupudurai, T. y Marimuthu, G. 2005. Bat pollination of kapok tree, *Ceiba pentandra*. *Current Science*, 88(10), pp. 1679–1681.

Novara, L. J. (2021). Bombacaceae. *Aportes Botánicos de Salta–Serie Flora del Valle de Lerma*, 1.

Nurani, S. G., Deluna, N. N., Nabila, P. y Falah, S. 2022. Effectiveness of gel formulation of mahogany (*Swietenia macrophylla*) bark extract and its potential as an anti-inflammatory in white male rats (*Rattus norvegicus*). *Nusantara Bioscience*, 14(1).

Ochoa–Gaona, S., Ruíz González, H., Montejo, A., Chan Coba, G. y De Jong, B. H. J. 2018. Árboles de Calakmul. *El Colegio de la Frontera Sur*. 224p

O'Farril, G., Galetti, M. y Campos–Arceiz, A. 2013. Frugivory and seed dispersal by tapirs: an insight on their ecological role. *Integrative zoology*, 8(1), pp.4–17.

Olmstead, R. G., Zjhra, M. L., Lohmann, L. G., Grose, S. O. y Eckert, A. J. 2009. A molecular phylogeny and classification of Bignoniaceae. *American journal of botany*, 96(9), pp.1731–1743.

Oloyede, G. K., Oladosu, I. A., Shodia, A. F. y Oloyade, O. O. 2010. Cytotoxic effects of *Tabebuia rosea* oils (leaf and stem bark). *Archives of Applied Science Research*, 2(3), pp.127–130.

Ordóñez Díaz, J. A. B., Galicia Naranjo, A., Venegas Mancera, N. J. Hernández Tejada, T., Ordóñez Díaz, M. de J., y Dávalos–Sotelo, R. 2015. Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J. Rzedowski: compilación. *Madera y Bosques*, 21(especial), pp. 77–126.

Osman, M. A., Aziz, M. A., Habib, M. R., y Karim, M. R. 2011. Antimicrobial investigation on *Manilkara zapota* (L.) P. Royen. *International Journal of Drug Development and Research*, 3(1), 0–0.

Palma G., J.M. y González–Rebeles I., C. 2018. Recursos arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable. (Compiladores: José Manuel Palma García Carlos González–Rebeles Islas). Universidad de Colima. Colima, Colima, México. 452 p. http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/Recursos–arboreos–y–arbustivos–tropicales_462.pdf

Palma, A. C. y Stevenson, P. R. 2010. Dispersión de semillas por monos araña en la estación biológica Cocha Cashu, Perú. *Primatología en Colombia: avances al principio del milenio*, 19.

Pell, S. K. 2004. Molecular systematics of the cashew family (Anacardiaceae). Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College.

Pell, S. K., Mitchell, J. D., Miller, A. J. y Lobova, T. A. 2010. Anacardiaceae. In *Flowering Plants. Eudicots* (pp. 7–50). *Springer, Berlin*, Heidelberg.

Pennington T.D., Sarukhán J. (2005). Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. Universidad Nacional Autónoma de México. Tercera edición. pp 523.

Pennington, T. D. 2004. Sapotaceae. In *Flowering Plants· Dicotyledons* pp. 390–421. Springer, Berlin, Heidelberg.

Peña-Chocarro, M., Tun-Garrido, J. y Knapp, S. D. 2011. Árboles del mundo maya (M. Peña-Chocarro, J. Tun-Garrido, & S. D. Knapp (eds.). Fundación AVINA. 263p

Pereira, G. A., Araujo, N. M. P., Arruda, H. S., de Paulo Farias, D., Molina, G., y Pastore, G. M. 2019. Phytochemicals and biological activities of mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.): A review. *Food Research International*, 126, 108713.

Pérez C. S. y Matus Pérez, E. S. 2010. El tapir *Tapirus bairdii* en la región sureste del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an Ka'ax, Quintana Roo, México. *Theraya*, 1(2), pp. 137-143.

Pérez, D. 2002. Etnobotánica medicinal y biocidas para malaria en la región Ucayali. *Folia Amazónica*, 13(1-2), pp. 87-108. <https://doi.org/10.24841/fa.v13i1-2.136>

Pérez-Martínez, L. V., Rodríguez-Castillo, N. A., Vargas, O. y Melgarejo, L. M. 2014. Germinación y dormancia de semillas. *Semillas de plantas de páramo: ecología y métodos de germinación aplicados a la restauración ecológica*, pp. 63-113.

Pinheiro, Oliveira, D., Resende, O., Junior, W. N. F., Cabral, J. C. O. y Quequeto, W. D. 2022. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) epicarp flours by conventional drying and lyophilization. *Australian Journal of Crop Science*, 16(01):2022, 73-78. <https://doi.org/10.21475/ajcs.22.16.01.p3212>.

Pinto-Ruíz, R., D. Hernández, H. Gómez, M.A. Cobos, R. Quiroga y D. Pez. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. www.ujat.mx/publicaciones/uciencia 26(1), pp19-31.

Ponce-Santizo, G., Andresen, E., Cano, E. y Cuarón, A. D. 2006. Dispersión Primaria de Semillas por Primates y Dispersión Secundaria por Escarabajos Coprófagos en Tikal, Guatemala I. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation*, 38(3), pp. 390-397.

Porter-Bolland L., M. E. Medina A., J. A. Montoy K., P. Montoy K., G. Martin E. y May, G. 2009. Flora melífera de La Montaña, Campeche: su importancia para la apicultura y para la vida diaria. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Ver., México. p. 322.

Porter-Bolland, L. 2003. La apicultura y el paisaje maya. Estudio sobre la fenología de floración de las especies melíferas y su relación con el ciclo apícola en La Montaña, Campeche, México. *Mexican Studies*, 19(2), pp. 303-330.

Quesada, M., Stoner, K. E., Rosas-Guerrero, V., Palacios-Guevara, C., y Lobo, J. A. 2003. Effects of habitat disruption on the activity of nectarivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a dry tropical forest: implications for the reproductive success

of the neotropical tree *Ceiba grandiflora*. *Oecologia*, 135(3), pp. 400–406. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1234-3>

Raju, A. J., Rao, S. P., y Rangaiah, K. 2005. Pollination by bats and birds in the obligate outcrosser *Bombax ceiba* L. (Bombacaceae), a tropical dry season flowering tree species in the Eastern Ghats forests of India. *Ornithological Science*, 4(1), pp. 81–87. <https://doi.org/10.2326/osj.4.81>

Ramírez-Ramírez, M. A., Carrillo-Parra, A., Ruíz-Aquino, F., Hernández-Solís, J. J., Pintor-Ibarra, L. F., González-Ortega, N., ... y Rutiaga-Quiñones, J. G. 2022. Evaluation of Selected Physical and Thermal Properties of Briquette Hardwood Biomass Biofuel. *BioEnergy Research*, pp.1–8. <https://doi.org/10.1007/s12155-022-10391-8>

Rangappa, S. M., Parameswaranpillai, J., Siengchin, S., Jawaid, M., y Ozbakkaloglu, T. 2022. Bioepoxy based hybrid composites from nano-fillers of chicken feather and lignocellulose *Ceiba Pentandra*. *Scientific Reports*, 12(1), pp. 1–18. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04386-2>

Reuter, M. C. 2006. Factores limitantes para el establecimiento de *Cordia dodecandra* A. DC. y *Bixa orellana* L. en suelos calcáreos semiáridos en Yucatán, México (tesis doctoral), Universitäts- und Landesbibliothek Bonn.

Reyes, L. O., Buenfil, G. D. J. Z., Lara, L. I. S., y Rubio, E. E. S. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Técnica Pecuaria en México*, 38(2), pp. 105–117.

Reyes-Chilpa, R., Gomez-Garibay, F., Moreno-Torres, G., Jimenez-Estrada, M., y Quiroz-Vasquez, R. I. 1998. Flavonoids and isoflavonoids with antifungal properties from *Platymiscium yucatanum* heartwood. *Holzforschung*, 52(5), pp. 459–462. <https://doi.org/10.1515/hfsg.1998.52.5.459>

Richter, G., Antonio, J., Guzmán, S., Fuentes Talavera, F. J., Rodríguez Anda, R., y Andrea, P. 2009. Fichas de Propiedades Tecnológicas de las Maderas. México: Departamento de Madera, Celulosa y Papel. CUCEI. Universidad de Guadalajara.

Richter, H. G., y Dallwitz, M. J. 2000. Maderas comerciales–*Spondias mombin* L. (Jobo). <https://www.delta-intkey.com/wood/es/www/anaspmom.htm>

Rico-Gray, V., Chemás, A., y Mandujano, S. 1991. Uses of tropical deciduous forest species by the Yucatecan Maya. *Agroforestry systems*, 14(2), 149–161.

Righini, N., Garber, P. A., y Rothman, J. M. 2017. The effects of plant nutritional chemistry on food selection of Mexican black howler monkeys (*Alouatta pigra*): the role of lipids. *American Journal of Primatology*, 79(4), pp. 1–15. <https://doi.org/10.1002/ajp.22524>

Rocas, A. N., Torres, M. V., y Sánchez, O. S. 2010. Árboles de Veracruz: 100 especies para la reforestación estratégica. Comisión Organizadora del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, Veracruz.

Rodríguez, J., Praxedis, V., Colín, S., y García, G. J. 2009. Frutos y semillas de árboles tropicales de México. SEMARNAT, México, DF.

Rodríguez-Trejo, D. A. (Coord.). 2021. Semillas de Especies Forestales. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 505 p.

Rohwer, J. G., y Berg, C. C. 1993. Moraceae. In *Flowering Plants: Dicotyledons*, pp. 438–453). Springer, Berlin, Heidelberg.

Rojas H., N. M., y Rodríguez U., M. 2008. Actividad antimicrobiana de *Tectona grandis* L. f., *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Cedrela odorata* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 13(4), pp. 0–10.

Román-Miranda, M. 2014. Productos maderables y no maderables de tres especies del sureste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(24), pp. 40–55.

Romero, R. 1985. Frutas silvestres del Choco. *Instituto Colombiano De Cultura Hispánicas*. Bogotá, Colombia, pp. 77–79.

Romo-Lozano, J. L., Vargas-Hernández, J. J., López-Upton, J. y Ávila Angulo, M. L. 2017. Estimación del valor financiero de las existencias maderables de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en México. *Madera y bosques*, 23(1), pp. 111–120.

Russo, S. E., Campbell, C. J., Dew, J. L., Stevenson, P. R. y Suarez, S. A. 2005. A multi-forest comparison of dietary preferences and seed dispersal by *Ateles* spp. *International journal of Primatology*, 26(5), pp. 1017–1037. <https://doi.org/10.1007/s10764-005-6456-2>

Rzedowski, J., De Rzedowski, G. C., y Pátzcuaro, M. 2015. *Flora del Bajío y de regiones adyacentes* (Vol. 31, pp. 1–36).

Saenz-Pedroza, I. 2015. La milpa maya y la sucesión secundaria. *Herbolario CICY*, 7(1), pp. 35–37.

Salazar Barrientos, L. D. L., y Magaña Magaña, M. Á. 2016. Aportación de la milpa y traspatio a la autosuficiencia alimentaria en comunidades mayas de Yucatán. *Estudios sociales* (Hermosillo, Son.), 24(47), pp. 182–203.

Salinas, A. M. 2010. El papel de los agroecosistemas y bosques en la conservación de aves dentro de corredores biológicos. *Mesoamericana*, 14(3), pp.35–51.

Sarmiento–Franco, L., Montfort–Grajales, S., y Sandoval–Castro, C. 2022. La semilla del árbol Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz): alternativa alimentaria energética para animales de producción y seres humanos. *Bioagrociencias*, 15(1), pp. 19–27.

Scott, P. E. y Martin, R. F. 1984. Avian consumers of *Bursera*, *Ficus*, and *Ehretia* fruit in Yucatan. *Biotropica*, 16(4), pp. 319–323.

Simeí, CB, Jiménez–Osornio, J. y Barrientos, R. 2016. Fenología y producción de frutos de plantaciones de siricote (*Cordia dodecandra* A. DC.) bajo tres tipos de manejo en Xmatkuil, Yucatán, México. *Polibotánica*, (41), pp. 115–131.

Somarriba, E. 1998. ¿Qué es agroforestería? En: Apuntes de clase del curso corto Sistemas Agroforestales. (Eds. F. Jiménez y A. Vargas). Proyecto Agroforestal CA-TIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. p. 3.

Stevenson, P. R., Pineda, M. Samper, T. 2005. Influence of seed size on dispersal patterns of woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha*) at Tinigua Park, Colombia. *Oikos*, 110(3), pp. 435–440. <https://doi.org/10.1111/J.0030-1299.2005.12898.X>

Styles, B. T. 1972. The flower biology of the Meliaceae and its bearing on tree breeding. *Silv. Genet.* 21. pp. 175–182.

Tamarit U., J. C. y J. L. López T. 2007. Xilotecnología de los principales árboles tropicales de México. Libro Técnico No. 3. INIFAP–CIR Golfo Centro, Campo Experimental San Martinito. Tlahuapan, Puebla. México. 264 p.

Tiburski, Rosenthal, A., Deliza, R., de Oliveira Godoy, R. L. y Pacheco, S. 2011. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. *Food Research International*, 44(7), pp. 2326–2331. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.037>

Toledo, V. M., Barrera–Bassols, N., García–Frapolli, E. y Alarcón–Chaires, P. 2008. Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos (México). *Interciencia*, 33(5), pp. 345–352.

Torquebiau, E. 1981. [Architecture analysis of the Los Tuxtlas Forest (Veracruz), Mexico. [French].

Torres–Anaya, D. A., Dáttilo, W., Saito, G. H. R. y Serio–Silva, J. C. 2022. Escarificación de endocarpos del jobo (*Spondias mombin*, Anacardiaceae) debido al paso por el tracto digestivo de monos aulladores de manto (*Alouatta palliata* mexicana): un vistazo microscópico. *Acta Botanica Mexicana*, 129.

Trainer, J. M. y Will, T. C. 1984. Avian methods of feeding on *Bursera simaruba* (Burseraceae) fruits in Panama. *The Auk*, pp. 193–195.

Turnip, N. U. M. B. y Sirait, N. Y. 2022. Antibacterial activity test of ethanol extract of manila sawo leaves (*manilkara zapota*) against bacteria streptococcus mutans. *Jurnal Farmasimed (JFM)*, 4(2), pp. 85–91.

Van Steenis, C. G. G. J. 1974. Bignoniaceae. *Flora Malesiana–Series 1, Spermatophyta*, 8(1), pp.114–186.

Vander Pijl. 1972. Principles of dispersal in higher plants. Berlin, Germany: Springer-Verlag. 161 p.

Vásquez–Dávila, M. A. 1995. El uso múltiple de *Bursera simaruba* (L.) Sargent en México. *Recursos vegetales de Oaxaca. Sociedad y Naturaleza en Oaxaca*, 2, pp. 53–60.

Velázquez, J. R., Colín, P. S. y García, G. J. 2009. Frutos y semillas de árboles tropicales de México. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Veracruz, México.

Vera de Ortiz, M. 2007. Árboles de uso múltiple. <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/arboles-de-uso-multiple-1023868.html>

Vera–Ku, M., Mena–Reynoso, M., Alpuche–Aguilar, D., Gamboa–León, R. y Rosado–Vallado, M. E. 2015. Leishmanicidal, cytotoxic and antifungal activity of medicinal plants used against cutaneous diseases in Mayan traditional medicine. *International journal of indigenous medicinal plants*, 48(1), pp. 1793–1801.

Vester, H. F. M. 2017. Modelos arquitectónicos en la flora arbórea de la Península de Yucatán. *Botanical Sciences*, 71, 45. <https://doi.org/10.17129/botsci.1662>

Villa–Herrera, A., Nava–Tablada, M. E., López–Ortiz, S., Vargas–López, S., Ortega–Jiménez, E. y López, F. G. 2009. Utilización del guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) como fuente de forraje en la ganadería bovina extensiva del trópico mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(2), pp. m253–261.

Villaseñor–Sánchez, E. I., Dirzo, R. y Renton, K. 2010. Importance of the lilac-crowned parrot in pre-dispersal seed predation of *Astronium graveolens* in a Mexican tropical dry forest. *Journal of Tropical Ecology*, 26(2), 227–236. <https://doi.org/10.1017/S0266467409990447>

Vozzo, J. A. 2010. Manual de semillas de árboles tropicales. Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Servicio Forestal. 809 p.

Wadsworth, F. H. 1997. Forest production for tropical America (No. 710). US Department of Agriculture, Forest Service.

Wang, G. K., Sun, Y. P., Jin, W. F., Yu, Y., Zhu, J. Y. y Liu, J. S. 2022. Limonoids from *Swietenia macrophylla* and their antitumor activities in A375 human malignant melanoma cells. *Bioorganic Chemistry*, 123, 105780. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2022.105780>

Weigend, M., Selvi, F., Thomas, D. C., y Hilger, H. H. 2016. Boraginaceae. In Flowering Plants. Eudicots Springer, Cham. pp. 41–102.

Zamora Crescencio, P., Flores Guido, J. S., y Ruenes Morales, R. 2009. Flora útil y su manejo en el cono sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica*, (28), pp. 227–250.

Zamora, S., García, J., Bonilla, G., Aguilar, H., Harvey, C. A., y Ibrahim, M. A. 2001. ¿Cómo utilizar los frutos de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), genízaro (*Pithecellobium saman*) y jícaro (*Crescentia alata*) en alimentación animal?. *Agroforestería en las Américas* (CATIE), 8(31), pp. 45–49.

Zu, X., y Deng, M. 2017. Malvaceae. In Identification and Control of Common Weeds: Springer, Dordrecht, 2, pp. 717–735.

Esta publicación se editó en la Comisión Nacional Forestal
en enero de 2023 y la impresión
consta de 300 ejemplares.

La edición digital está disponible en
gob.mx/Conafor

Distribución gratuita.



gob.mx/conafor