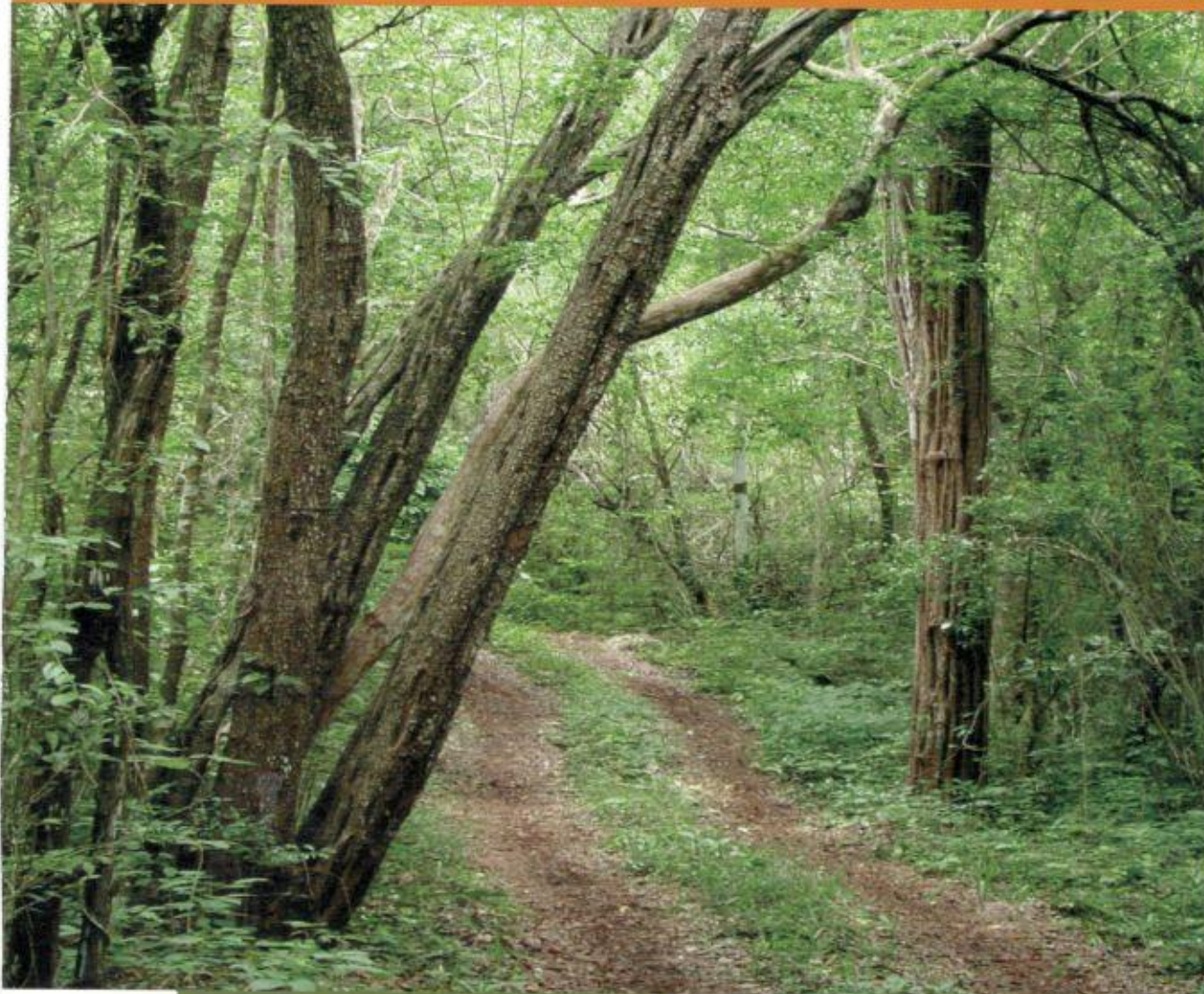


Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán

Fidel A. Roig Juñent, José Villanueva Díaz, Juan J. Jiménez Osornio, W. John Hayden,
Josefina Barajas Morales, Brian H. Luckman



CENID-RASPA / Gómez Palacio, Durango, México
Libro Científico N° 4
Serie: MX-0-241711-52-10-00-04-04
ISBN: 978-607-425-900-1

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**GOBIERNO
FEDERAL**

SAGARPA



DIRECTORIO INSTITUCIONAL

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

M.Sc. Mariano Ruiz Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Ing. Ernesto Fernández Arias
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

M.Sc. Jesús Antonio Berumen Preciado
Oficial Mayor

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M.Sc. Arturo Cruz Vázquez
Coordinador de Planeación y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA

Dr. José Antonio Cueto Wong
Director

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

Progreso N° 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México DF
Teléfono (55) 3871-8700

ISBN: 978-607-425-900-1

Primera Edición 2012

Derechos Reservados ©

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.



**Fidel A. Roig Juñent^{1,2}, José Villanueva Díaz³, Juan J. Jiménez Osornio⁴,
W. John Hayden⁵, Josefina Barajas Morales⁶, Brian H. Luckman⁷**

¹Laboratorio de Dendrocronología, IANIGLA-CCT-CONICET, Mendoza, Argentina; ²Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias, Mendoza, Argentina. ³CENID-RASPA-INIFAP, Gómez Palacio, México. ⁴Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México. ⁵University of Richmond Herbarium, Virginia, USA. ⁶Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF. ⁷Department of Geography, University of Western Ontario, London, Ontario, Canada.

Tapa: árboles de *Caesalpinia gaumeri* en la localidad de Kaxil Kiuc, Yucatán. Foto W. John Hayden

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán

Autores:

Fidel A. Roig Juárez

José Villanueva Díaz

Juan J. Jiménez Osornio

W. John Hayden

Josefina Barajas Morales

Brian H. Luckman

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

CENID - RASPA

2012

La biodiversidad de México se encuentra entre las cinco primeras más importantes del mundo con un número estimado de 30.000 especies vasculares, pero todavía existe un desconocimiento del número preciso de especies existentes, hábitat y distribución. Esta situación mejorará paulatinamente con el devenir del tiempo, derivado de un incremento en el número de estudios taxonómicos y por una mayor participación de especialistas involucrados en este tema. En la parte mexicana de la Península de Yucatán se estima la presencia de 2.150 especies vasculares, lo que corresponde aproximadamente al 6% de la biodiversidad vegetal mexicana. Esta riqueza biológica ha sido aprovechada desde tiempos históricos por la civilización maya, que se estableció y desarrolló en esta región, y cuyo aprovechamiento continúa en la actualidad por los descendientes directos de esta cultura y por el pueblo mexicano en general.

No obstante lo anterior, los ecosistemas tropicales y semitropicales de México actualmente se encuentran entre los menos estudiados y se desconoce muchas de las interrelaciones ecológicas, características anatómicas, aspectos fisiológicos y reproductivos de un gran número de las especies ahí presentes. Estudios sobre la anatomía y la tecnología de la madera de árboles de Yucatán se consideran aún escasos y esto genera la necesidad por incrementarlos, ya que aquí radica información de importancia para diseñar estrategias que permitan mejorar las tecnologías de aprovechamiento ya existentes, a la vez de proponer alternativas tecnológicas novedosas para diversificar sus usos, ya sea industriales, medicinales, maderables, entre otros usos.

El estudio de la formación de anillos de crecimiento fue un tema que estuvo limitado por muchas décadas para las especies arbóreas tropicales y semitropicales del mundo, debido a la creencia errónea de que estas especies, por habitar en condiciones climáticas relativamente constantes y favorables, no formaban verdaderos anillos de crecimiento anual. Este paradigma está cambiando, ya que científicamente se ha comprobado que un sinnúmero de especies en estos ecosistemas producen verdaderos anillos de crecimiento anual debido a una estacionalidad en la precipitación, cambios en temperatura y anegamientos temporales, factores que inhiben las funciones fisiológicas y predisponen las plantas a ritmos estacionales en la formación de la madera y por ende de los anillos de crecimiento.

Este libro técnico aborda la descripción de la anatomía de la madera de un conjunto de árboles de ocurrencia natural y de cultivo en áreas rurales del municipio de Yucatán, pero que se distribuyen también en gran parte de la península y en otras áreas tropicales del sureste mexicano. Constituye una contribución de gran valor, que seguramente mejorará el conocimiento de las especies que habitan ecosistemas tropicales y semitropicales de México y que servirá como base para el inicio de estudios similares con otras especies arbóreas de uso múltiple, presentes en estos ecosistemas.

Dr. José A. Cueto Wong

Director

INIFAP CENID RASPA
Gómez Palacio, Durango

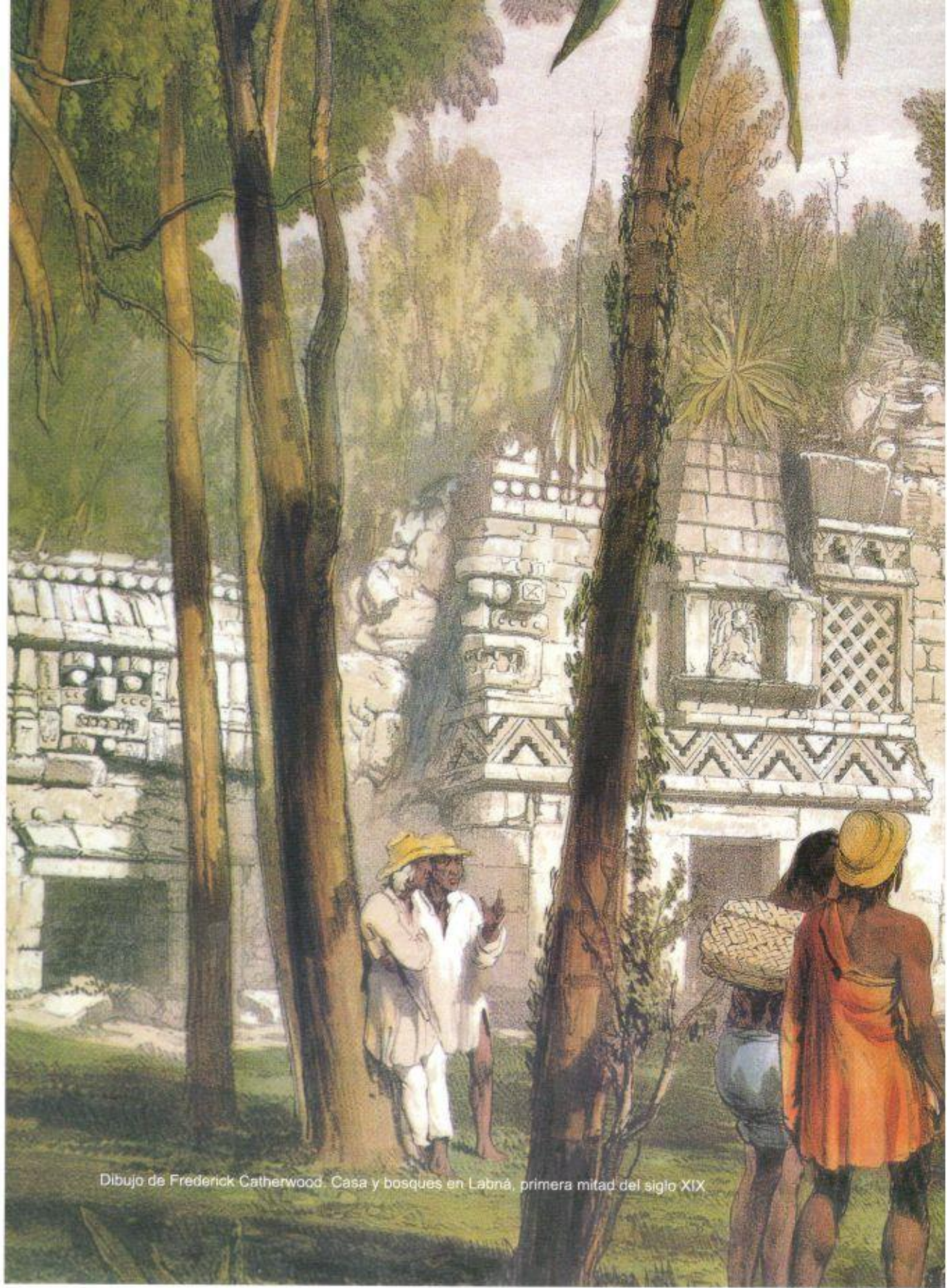
ABREVIATURAS

ac	anillo en cuña
CIC	Chicxulub, Yucatán
HEC	Jardín Botánico del Centro de Investigación Científica de Yucatán en Mérida
hv	hilera vasos xilemáticos
HOC	Hocabá, Yucatán
IAWA	International Association of Wood Anatomists
if	isla de floema
m	médula
pa	parénquima axial apotraqueal
paa	parénquima axial apotraqueal difuso en agregados
pb	parénquima axial bandeado
pab	parénquima axial apotraqueal difuso bandeado
pad	parénquima axial apotraqueal difuso
pm	parénquima axial apotraqueal marginal
pp	parénquima axial paratraqueal
ppa	parénquima axial paratraqueal aliforme
ppc	parénquima axial paratraqueal aliforme confluyente
ppv	parénquima axial paratraqueal vasicéntrico
SAH	Sacaba, Yucatán
RES	Reserva Grupo de Trabajo, Yucatán
v	vaso

Los autores desean agradecer a José Castillo Caamal de la Universidad Autónoma de Yucatán y José Antonio González Iturbe de la Facultad de Arquitectura (UADY), Mérida, por sus valiosos aportes en la identificación a campo de las especies. Al Dr. Fernando Chiang del Instituto de Biología de la UNAM, México, por sus sugerencias al texto. A Rafael Bottero, Eduardo Barrio, Juan Carlos Gómez y Alberto Ripalta del CCT CONICET Mendoza, por la asistencia en la preparación de las maderas. El financiamiento para realizar las colecciones fue provistos por Inter-American Institute for Global Change Research y US National Science Foundation a miembros del IAI Collaborative Research Network CRN001 y CRN003.

Prólogo	i
Abreviaturas	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenidos	iv
Introducción.....	1
Geomorfología, suelos y clima de Yucatán	2
Las selvas de Yucatán.....	4
Los huertos familiares o solares.....	8
Incrementar conocimientos sobre los árboles útiles de Yucatán.....	12
Anatomía de las maderas.....	13
Metodología empleada para la observación de anillos de crecimiento.....	17
Comentarios generales de las maderas de Yucatán estudiadas	19
Summary	23
Descripción de las maderas	31
<i>Spondias purpurea</i>	32
<i>Annona squamosa</i>	36
<i>Cordia dodecandra</i>	40
<i>Ehretia tinifolia</i>	44
<i>Bursera simaruba</i>	48
<i>Quadrella incana</i>	52
<i>Persea americana</i>	56
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	60
<i>Senegalia gaumeri</i>	64
<i>Albizia tomentosa</i>	68
<i>Apoplanesia paniculata</i>	72
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	76
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	80
<i>Chloroleucon mangense</i>	84
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	88
<i>Erythrina standleyana</i>	92
<i>Havardia albicans</i>	96
<i>Leucaena leucocephala</i>	100
<i>Lonchocarpus xuul</i>	104
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	108

<i>Mimosa bahamensis</i>	112
<i>Piscidia piscipula</i>	116
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	120
<i>Senna racemosa</i>	124
<i>Tamarindus indica</i>	128
<i>Vitex gaumeri</i>	132
<i>Malpighia glabra</i>	136
<i>Guazuma ulmifolia</i>	140
<i>Cedrela odorata</i>	144
<i>Trichilia hirta</i>	148
<i>Brosimum alicastrum</i>	152
<i>Maclura tinctoria</i>	156
<i>Ficus benjamina</i>	160
<i>Ficus cotinifolia</i>	164
<i>Psidium guajava</i>	168
<i>Neea cf. pshychotrioides</i>	172
<i>Pisonia aculeata</i>	176
<i>Gymnopodium floribundum</i>	180
<i>Bonellia flammea</i>	184
<i>Colubrina elliptica</i>	188
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	192
<i>Guettarda elliptica</i>	196
<i>Randia obcordata</i>	200
<i>Melicoccus bijugatus</i>	204
<i>Melicoccus oliviformis</i>	208
<i>Thouinia paucidentata</i>	212
<i>Sapindus saponaria</i>	216
<i>Manilkara zapota</i>	220
Referencias	225
Glosario	237



Dibujo de Frederick Catherwood. Casa y bosques en Labná, primera mitad del siglo XIX

La Península de Yucatán constituye un ecosistema forestal con una diversidad de árboles nativos de casi 400 especies, muchas de las cuales son endémicas de la región (Curtis, 2007). En la cultura maya estos árboles han sido utilizados desde tiempos inmemoriales para diversos usos, tales como alimentación, producción de madera, medicinal, nectarífero o simplemente destinados a sombra para proteger casas y ganado.

La cultura maya desarrolló estrategias agrícolas, hortícolas y forestales que significaron un manejo de las selvas desde tiempos pre-coloniales (Gómez Pompa, 1993). Varias hipótesis se han formulado para explicar la composición y estructura de las selvas tropicales de la Península de Yucatán, en particular, con respecto a la abundancia y dominancia de especies arbóreas útiles al hombre en selvas maduras (Barrera *et al*, 1977). Se tiene la hipótesis de que la composición de la vegetación de las tierras bajas es producto de la actividad humana desde los inicios de la ocupación Maya, 3.000 años antes del presente (Rue, 1987). Por ejemplo, un caso es el de *Brosimum alicastrum*, árbol del que se aprovecha la madera, fruta, hoja, látex y raíz. Ha llamado la atención su abundancia cerca de los sitios arqueológicos Maya, lo cual se interpreta como resultado de la protección y cultivo de esta especie realizado por esta civilización.

Como resultado de largos períodos de tiempo sin la intervención humana, la vegetación en las partes bajas del área Maya en Yucatán ha alcanzado un grado mayor de madurez. En el caso de la selva, esta posee una composición dispar en árboles útiles, posiblemente derivado de la diferencia de las condiciones ambientales en las que se encontraban desde el tiempo en que eran asistidos por el hombre como cultivos (Rico Gray & García, 1991). Sin embargo, y a pesar de la disparidad con la que hoy se encontrarían distribuidas estas especies forestales útiles, la percepción de selvas asistidas por el hombre Maya es aceptada. Durante la ocupación Maya, la composición de la flora posiblemente fue muy similar a la que existe hoy, aunque con cambios en la abundancia y dominancia de las especies (Rico Gray & García, 1991). De ahí que los mayas hayan desempeñado un papel significativo en la modificación de la estructura de la vegetación, en particular favoreciendo a las especies arbóreas útiles.

La cultura Maya yucateca ha estado muy ligada al sistema agrícola de la milpa, donde la selva es convertida en parcelas de cultivo de maíz, frijol, calabaza y otras plantas, mediante el sistema de roza-tumba-quema (Nair, 1993). Actualmente, los ecosistemas en las regiones tropicales subhúmedas o semiáridas se encuentran en un delicado equilibrio ambiental, donde cambios drásticos en la economía y demografía han provocado una expansión de la frontera agrícola y ganadera. Esta situación, sumado a fenómenos de variabilidad climática natural y de origen antropogénico, constituye la principal causante de la degradación de la cubierta vegetal y calidad de las tierras. Los bosques en tierras secas de Yucatán han sido sometidos a distinto grado de alteración (Mayén Rivera & Reygadas Prado, 2005), especialmente durante el siglo XX, debido a la sustitución de la vegetación natural y a la conversión de las milpas a plantaciones extensivas de sisal o henequén (*Agave fourcroydes*) y para el desarrollo ganadero. Estas actividades agrícolas redujeron una superficie con vegetación original de 1.8×10^6 ha a una actual de 4×10^5 ha. La deforestación fue particularmente intensa durante los siglos XIX y primera mitad del XX, de tal forma que, hacia la década de 1970, la actividad henequenera ocupaba al 50% de la población económicamente activa de Yucatán. Luego

esta actividad decayó drásticamente debido a que la fibra de henequén comenzó a ser reemplazada por hilo sintético (González Iturbe *et al*, 2002). Actualmente, muchos campos originalmente cultivados y ahora abandonados, revierten lentamente su fisonomía y vegetación, aún cuando persisten como bosques secundarios.

Geomorfología, suelos y clima de Yucatán

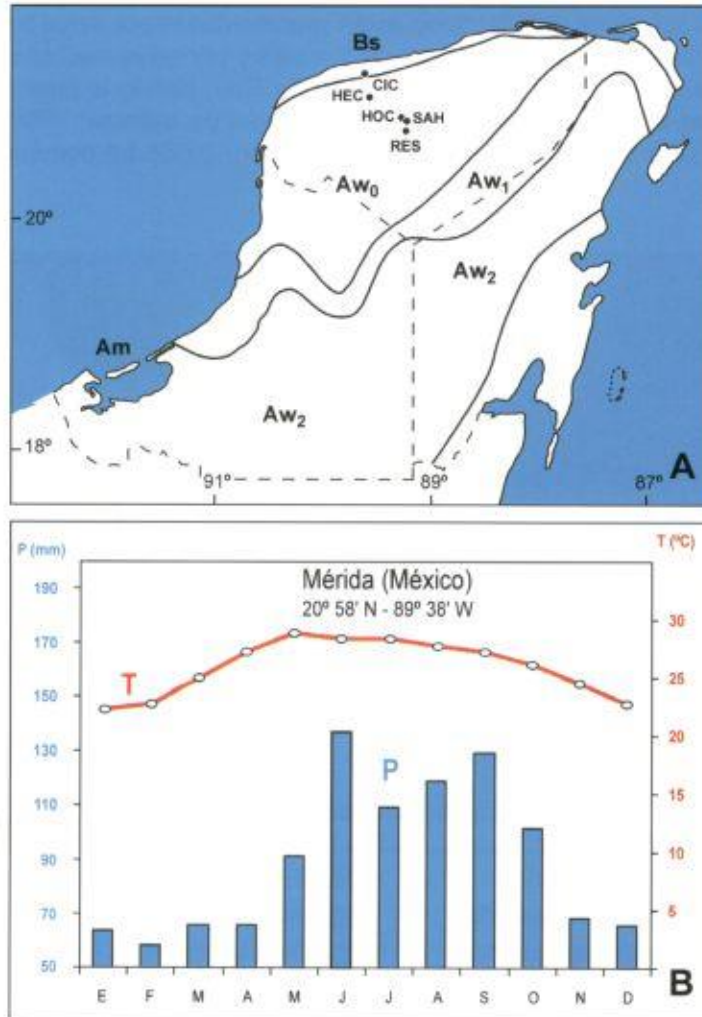
La Península de Yucatán se localiza en la porción SE de México y es conformada principalmente por los estados de Campeche al SW de la Península, Quintana Roo al SE y Yucatán al norte. Juntos, estos tres estados suman un área aproximada de 139.000 km². No obstante, Belize y una porción de Guatemala también forman parte de la Península de Yucatán.

La Península es uniforme desde el punto de vista geológico y geográfico. Así, la topografía es definida por un plano de escasa elevación sobre el nivel del mar, aunque hacia el sur de la Península aparecen zonas onduladas que alcanzan 300 m de elevación. Un hecho destacado en la superficie de la Península es la ausencia de ríos superficiales permanentes, particularmente al norte del territorio. Debido al origen marino de la región, el sustrato geológico se conforma de calizas pleistocénicas, resultando en una superficie muy porosa y con escasa escorrentía superficial. Los ríos existen efímeramente hasta que las lluvias cesan y el agua precipitada drena rápidamente hacia cavernas kársticas subterráneas. Es en esta topografía donde se encuentran los cenotes o ts'onoot en lengua maya, enormes reservorios de agua dulce utilizados por las comunidades de la región. Estos pozos naturales contribuyeron al desarrollo de las civilizaciones mayas desde época prehispánica como también influyeron en su vida ritual (López Austin, 1998).

Los suelos de la Península son, por lo tanto, de origen calcáreo, delgados y desarrollados en los espacios disponibles de la matriz de roca caliza (Aguilera, 1958). Estos suelos pueden contener abundante cantidad de materia orgánica como así también nutrientes disponibles para el desarrollo de las plantas. No obstante, hay áreas donde los suelos tienen escasa concentración de fósforo disponible, lo cual produce serias limitaciones al crecimiento vegetal (Bautista Zúñiga & Palacio, 2005).

La mayor parte de la Península de Yucatán se encuentra comprendida dentro del clima tipo A de Köppen, es decir, cálido-húmedo a subhúmedo (Pennigton & Sarukhán, 2005) con lluvias en verano (García, 2004, 2009). Sin embargo, y aún considerando la escasa y relativa uniformidad en términos de elevación de la Península, esta se caracteriza por la incidencia de variantes regionales en la precipitación, situación que define la presencia de diferentes subtipos climáticos de acuerdo a la clasificación de Köppen (García, 2004). Así, se detecta un gradiente en la intensidad de precipitación en el sentido norte-sur, con un área más seca en el noroeste del estado de Yucatán y condiciones de incremento en la humedad hacia los territorios del sur en Campeche y Quintana Roo. Como se observa en la figura relacionada con la distribución de los tipos climáticos dominantes en la Península de Yucatán (A), el clima en el norte es semiárido cálido tropical, Bs de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (2004), con una estación lluviosa entre mayo y octubre y una prolongada estación seca entre noviembre y abril. Al sur del estado de Yucatán y en los estados de Campeche y Quintana Roo, el

clima es en general cálido-subhúmedo comprendido entre los tipos Aw0, Aw1 y Aw2, basado en la clasificación de Köppen. La estacionalidad de las lluvias es modulada significativamente por el desplazamiento hacia el norte de la Zona de Convergencia Intertropical (Mosiño & García, 1974). La precipitación fluctúa entre 500 mm al año en la parte norte, correspondiente al municipio de Progreso y las islas de Arrecife Alacranes y mayor a 1.400 mm al año hacia el sur y sureste de la Península, aunque en algunos lugares de Campeche se registra hasta cerca de 1.900 mm de lluvia al año.



A, distribución de tipos climáticos dominantes en la Península de Yucatán según clasificación de Köppen B, distribución anual de la precipitación registrada en ciudad de Mérida, con fuerte concentración entre los meses de mayo a octubre. Los sitios de colecta de maderas corresponden a las localidades de Chicxulub (CIC), Hocabá (HOC), Sahcabá (SAH), Jardín Botánico del Centro de Investigación Científica de Yucatán en Mérida (HEC) y Reserva Grupo de Trabajo (RES).

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán

Tanto el gradiente de precipitación como la estacionalidad de las lluvias inciden en la fisiología de las plantas, causando caída temporal de hojas y un ciclo estacional en la actividad de los tejidos vegetales responsables de la producción de madera. Así, hacia el norte de la Península los árboles son principalmente deciduos, mientras que hacia el sur de la Península es dominante la presencia de árboles perennifolios (Flores & Espejel Carvajal, 1994; ver figura con la distribución de los tipos climáticos dominantes en la Península de Yucatán, b). En coincidencia con el período de lluvias es cuando se reactiva la formación estacional de nuevos tejidos en la planta (Carnevali *et al*, 2010).

Las selvas de Yucatán

En general, las selvas en este territorio están representadas por selva baja y mediana caducifolia, particularmente en el estado de Yucatán y por selva mediana y alta subcaducifolia en los estados de Campeche y Quintana Roo, siendo la familia botánica de las leguminosas la mejor representada en diversidad de especies (Flores & Espejel Carvajal, 1994; Flores, 2001; Pennington & Sarukhán, 2005). La nomenclatura de las



Tipos de vegetación en la Península de Yucatán (adaptado de Flores & Espejel Carvajal, 1994). Los sitios de colecta de maderas corresponden a las localidades de Chicxulub (CIC), Hocabá (HOC), Sahcaba (SAH), Jardín Botánico del Centro de Investigación Científica de Yucatán en Mérida (HEC) y Reserva grupo de trabajo (RES).



Selva mediana subcaducifolia en cercanías de Chichen Itza. Foto: F. Roig.

especies cuya madera se describe en este trabajo sigue al listado florístico de la Península de Yucatán dado por Carnevali *et al.*, 2010 y a la sinonimia Maya desarrollada por Arellano Rodríguez *et al.*, 1992.

Selva baja caducifolia espinosa con cactáceas columnares

En los estados de Yucatán y Quintana Roo se localiza esta selva en una reducida franja a lo largo de la costa norte (ver mapa con tipos de vegetación de Yucatán), bajo un clima semiárido (lluvias de ~570 mm/año, con fuerte concentración estival durante julio, agosto y septiembre) y cálido (~26°C promedio anual). Esto corresponde a climas catalogados como Bs (ver figura de distribución de tipos climáticos) de acuerdo a la nomenclatura de Köppen modificada por García (2004). Esta selva también se la llama selva baja caducifolia con cactáceas columnares. En esta selva hay un importante número de endemismos y abundan las cactáceas y leguminosas. Los árboles constituyen un primer estrato de 8 a 10 m de altura, comportándose como caducifolios durante la estación seca. Dominan las especies con espinas y madera dura. Entre los árboles más comunes se cita *Acacia collinsi*, *A. cornigera*, *A. pennatula*, *A. pringlei*, *Bursera simaruba*, *Ebenopsis ebano*, *Gymnopodium floribundum*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa bahamensis*, *Piscidia piscipula*, *Pithecellobium unguis-cati*, *Phyllostylon brasiliense*, *Senegalia gaumeri* y *Senna emarginata*. En el estrato arbustivo, que alcanza entre 2 a 4 m de altura, es frecuente encontrar a *Achatocarpus nigricans*, *Colubrina elliptica*, *Karwinskia humboldtiana* y *Trichilia havanensis* (Flores, 2001; Pennington & Sarukhán, 2005).



Selva baja caducifolia a 103 m de altitud en Kaxil Kihuc, Yucatán. Foto: J. Villanueva Díaz

Selva baja caducifolia

Es una selva muy desarrollada en el norte de la Península de Yucatán. Al igual que la selva baja caducifolia espinosa, es de bajo porte, entre 6 a 15 m de altura, pero las especies con espinas son menos frecuentes, aunque gran parte de ellas se comporta como deciduas durante la estación seca. Esta selva se desarrolla bajo clima subhúmedo y cálido con lluvias concentradas en verano. De acuerdo a la clasificación de Köppen, el área de distribución de esta selva se incluye en el clima Aw0, con precipitación anual cercana a 1.000 mm y temperatura media anual de ~27°C (Flores & Espejel Carvajal, 1994). Los suelos son carbonáticos, con fuerte drenaje superficial y escasa materia orgánica. Entre los árboles que aquí se encuentran se menciona a *Annona diversifolia*, *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *C. vesicaria*, *C. yucatanensis*, *Ceiba aesculifolia*, *Maclura tinctoria*, *Diospyros tetrasperma*, *Guaiacum sanctum*, *Gymnopodium floribundum*, *Guazuma ulmifolia*, *Karwinskia humboldtiana*, *Mimosa bahamensis*, *Piscidia piscipula*, *Plumeria rubra*, *Pseudobombax ellipticum* y *Randia longiloba*.



Selva mediana subcaducifolia

Esta selva se desarrolla en la Península de Yucatán, abarcando una franja ancha en la parte central del estado de Yucatán y que continúa hasta el norte de Campeche. Alcanza el estado de Quintana Roo, ocupando una pequeña porción en el límite norte con el estado de Yucatán. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y comparte el clima tipo Aw0 con la vegetación de selva baja caducifolia, aunque con progresivo aumento en la precipitación a medida que se avanza hacia el sur. Por ello, esta selva se desarrolla bajo una lluvia anual que alcanza 1.200 mm y temperatura media anual que oscila entre 25.9° a 26.6 °C. Los suelos son pedregosos, derivados de basaltos, granitos y calizas y tienen una pequeña capa de materia orgánica formada por la gran cantidad de hojas que cae estacionalmente.

El estrato superior de esta selva está constituido por árboles que alcanzan 10 a 30 m de altura. Es una selva donde el 50 a 75% de sus especies se comporta como decidua en la estación seca (noviembre - abril). Las especies de árboles dominantes son Aca-

cia cornigera, *A. pennatula*, *Annona primigenia*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cedrela odorata*, *Cochlospermum vitifolium*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus cotinifolia*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Gymnopodium floribundum*, *Gyrocarpus americanus*, *Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Mimosa bahamensis*, *Piscidia piscipula*, *Pithecellobium unguis-cati*, *Sapindus saponaria*, *Simaruba glauca*, *Spondias purpurea*, *Trema micrantha* y *Vitex gaumeri* (Flores & Espejel Carvajal, 1994).

En la actualidad los ejemplares comunes y dominantes en este tipo de selva no alcanzan grandes dimensiones debido a que son talados con frecuencia durante el proceso agrícola de roza-tumba-quema. Esta práctica involucra la elección del lugar, el clareo del bosque, la cosecha y el posterior abandono de la tierra. Sin embargo, *Enterolobium cyclocarpum*, *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* y otras leguminosas son árboles generalmente conservados, pues son útiles para las comunidades campesinas.

Selva mediana subperennifolia

Este tipo de selva es la más distribuida en el territorio peninsular. Está presente en casi todo Quintana Roo, Campeche y en una pequeña porción del estado de Yucatán. Esta selva se desarrolla bajo un promedio de lluvias de 1.300 mm al año, aunque una época de sequía muy marcada se produce entre fines de noviembre y principios de mayo. El drenaje del suelo calcáreo facilita el desarrollo de estas selvas. Así, los factores de clima y suelo constituyen la causa principal del hábito subperennifolio de esta selva, ya que el 25% de los árboles se queda sin hojas durante la época seca. Los árboles de la selva mediana subperennifolia se ordenan en diferentes estratos, donde el más desarrollado alcanza entre 20 a 35 m de altura. Los árboles desarrollan contrafuertes en la base de sus troncos y por lo general hay presencia de abundante cantidad de epifitas y lianas. Entre los árboles más comunes del estrato superior se encuentran *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Swietenia macrophylla*, así como *Acosmium panamense*, *Alseis yucatanensis*, *Bucida buceras*, *Bursera simaruba*, *Ceiba pentandra*, *Cordia dodecandra*, *Exothea diphylla*, *Lonchocarpus castilloi*, *Lysiloma latisiliquum*, *Maclura tinctoria*, *Pimenta dioica*, *Platymiscium yucatanum*, la palma *Sabal mauritiaeformis*, *Sideroxylon foetidissimum*, *Spondias mombin*, *Tabebuia rosea*, *Talisia oliviformis* y *Vitex gaumeri*.

En el estrato medio comprendido entre 10 a 20 m de altura dominan *Bursera simaruba*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus* sp., *Haematoxylum campechianum*, *Lysiloma latisiliquum*, *Maclura tinctoria*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula*, *Sapindus saponaria*, *Sinckia salvadorensis*, *Swartzia cubensis* y *Sabal mauritiaeformis*.

En el estrato bajo, que alcanza entre 3 a 10 m de altura, abundan los árboles como *Bursera simaruba*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Caesalpinia gaumeri*, *Leucaena leucocephala*, *Luehea speciosa*, *Lysiloma latisiliquum*, *Nectandra coriacea*, *N. salicifolia*, *Simarouba amara*, *Trema micrantha* y *Thrinax radiata* (Flores & Espejel Carvajal, 1994).

Los huertos familiares o solares

Los huertos familiares son sistemas agroforestales distribuidos en todo el mundo y en los que se encuentran especies arbóreas, arbustivas y herbáceas de uso múltiple y en íntima relación con la producción de animales domésticos (Torquebiau, 1992). Estos

huertos tienen una amplia distribución en Mesoamérica y su contribución a la producción global de alimentos es poco conocida, pero es muy importante en la economía familiar y seguridad en la disponibilidad de alimentos (Ruenes & Jiménez Osornio, 1997).

En Yucatán, estos huertos se denominan solares. El solar es la unidad agroforestal de la comunidad maya que se desarrolla en un espacio circundante a la casa campesina. En estas unidades se producen, bajo el manejo familiar, alimentos, medicinas, forrajes, material para construcción, utensilios y muchos otros productos destinados a cubrir las necesidades de una familia. Este tipo de huerto representa un lugar de importancia, más allá de las actividades agropecuarias, ya que allí se desarrollan también tareas recreativas y de culto.

El solar forma parte del manejo integrado de los recursos naturales que han experimentado las comunidades mayas durante milenios (Gómez Pompa, 1987). Este agroecosistema juega un papel clave en la subsistencia de las poblaciones rurales de la Península de Yucatán, ya que es el agroecosistema de amortiguamiento en la unidad de producción campesina (Jiménez Osornio, 1999). Así, en épocas de crisis económica, el solar contribuye en la subsistencia de las comunidades rurales. Si las fuentes de ingreso primarias en la economía campesina fracasan (milpa, mano de obra asalariada, etc.), el solar provee los insumos mínimos necesarios para el sostén de la unidad familiar.

Los solares varían en composición, complejidad estructura y tamaño. Una característica común es que tienen diversos doseles, con árboles dando sombra a otros árboles, arbustos y herbáceas con diferentes requisitos de luz (Gillespie *et al*, 1993). Además de crear diversos gradientes de luz, los árboles proveen una cubierta que protege el suelo y producen hojarasca que contribuye al reciclaje de nutrientes y mantenimiento de la fertilidad del suelo. En el solar se cultivan diversas especies arbóreas, arbustivas y herbáceas con diferentes propósitos: alimentarios, forrajeros, maderables, medicinales, frutales, ornamentales y condimentos. Los sobrantes se usan para alimentar a los animales, los cuales generalmente están dispersos en el solar. Sus excretas se incorporan al suelo, ayudando de esta manera a mejorar su fertilidad (Jiménez Osornio, 1999).

Los solares tienen origen prehispánico (González Jácome, 1985), por lo que los componentes y estructuras de estos agroecosistemas son el resultado de una continua selección de plantas y animales a través de siglos. Por ello, deberían ser considerados lugares de conservación de germoplasma *in situ*.

La composición florística de los solares demuestra que son agroecosistemas muy diversos (Rico Gray *et al*, 1990; Forrest, 1991; Caballero, 1992). Son por lo tanto mucho más ricos en diversidad que los agroecosistemas modernos convencionales (Barrera *et al*, 1977). El número de especies arbóreas que se encuentran en los solares de la Península de Yucatán es notable, como puede apreciarse en la Tabla de la página 10. Estas especies son las que dan la fisonomía y estructura a este sistema de producción tradicional maya peninsular y son denominadas "pilares estructurales" del agroecosistema maya yucateco.

Estas especies "estructurales" son importantes en el mantenimiento de la cadena trófica establecida en el huerto familiar, ya que al tener un sistema conformado por es-

Especies forestales en huertos familiares de la Península de Yucatán

Especie	Nombre maya	Nombre castellano	Procedencia
<i>Annona squamosa</i>	Ts'almuy	Saramuyo	México
<i>Bixa orellana</i>	Ki'wi	Achiote	México
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ox	Ramón	México
<i>Bursera simaruba</i>	Chacá	Palo mulato	México
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Chi	Nance	México
<i>Carica papaya</i>	Put	Papaya	México
<i>Cedrela mexicana (odorata)</i>	Kulché	Cedro	México
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Chi keejil	Zaopte caimito	México
<i>Citrus spp.</i>	Kan-pakál	Naranja agria	China
<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	Chay	Chaya	México
<i>Cocos nucifera</i>		Coco	Asia
<i>Cordia dodecandra</i>	Chak kóopte	Ciricote	México
<i>Ehretia tinifolia</i>	Beek	Roble	México
<i>Mangifera indica</i>		Mango	Asia
<i>Manilkara zapota</i>	Sak-ya'	Chicozapote	México
<i>Melicococus bijugatus</i>	Huayum	Guaya cubana	América
<i>Musa x paradisiaca</i>	Ja'as	Plátano	África
<i>Plumeria rubra</i>	Nicté	Flor de mayo	México
<i>Pouteria sapota</i>	Chi'iich'ya'	Mamey	México
<i>Psidium guajava</i>	Chak-pichi	Guayaba	México
<i>Sabal yapa</i>	Bayaxaan	Palma de guano	México
<i>Spondias purpurea</i>	Abal	Ciruelo	México
<i>Talisia oliviformis</i>	Huayum	Guaya del país	México
<i>Tamarindus indica</i>		Tamarindo	Asia

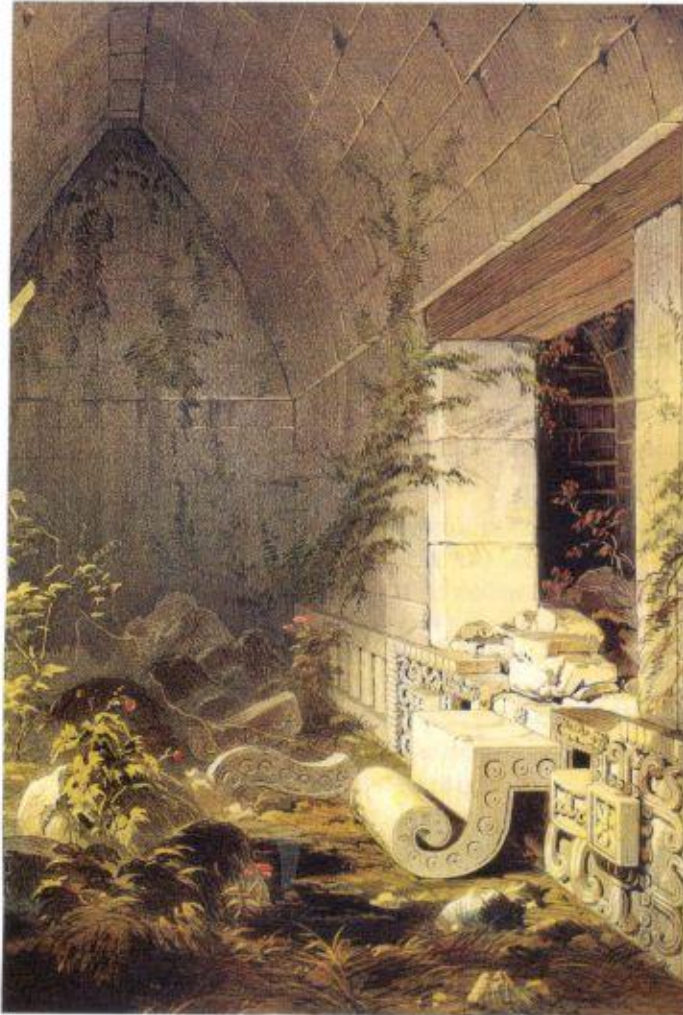
pecies con diferentes fenologías que no se traslapan, se cuenta con producción de flores y frutos durante todo el año, permitiendo disponer de recursos alimentarios para el beneficio humano, para los polinizadores y dispersores del componente florístico.

Algunas especies en los solares han sido introducidas del viejo mundo, tales como el caso de cítricos, plátano, mango, tamarindo y coco. El resto de los árboles son especies nativas. Aproximadamente 50% de ellas son caducifolias, lo que es comprensible debido a la distribución anual de la precipitación en la Península. Sin embargo, aun en las zonas más secas del norte de la Península, donde existe selva baja caducifolia, se encuentran algunos componentes florísticos de la selva mediana tales como *Brosimum alicastrum* y *Manilkara zapota*, especies de mayores requerimientos hídricos, pero tal vez con capacidad de obtener agua del manto freático.

El empleo de especies arbóreas para la producción de forraje es una actividad de importancia en la Península de Yucatán, indicando que pueden ser integradas en los sistemas de producción de animales, árboles y cultivos (Lizarraga Sánchez *et al*, 2001). Entre otros productos no madereros se destaca la producción de chicle. Este es sin duda el producto forestal no maderable más importante de los bosques tropicales del oriente de la Península de Yucatán, el cual se fabrica con la resina del chicozapote (*Manilkara zapota*). Esta resina ya era utilizada por los mayas, pero es desde fines del siglo XIX cuando se incrementó su producción, alcanzando una importancia central

en la economía de las comunidades rurales campesinas. Pese a los inconvenientes debidos a la sustitución por productos sintéticos, el crecimiento de la demanda por productos naturales da perspectivas de recuperación del ejido chiclero, el cual ha tenido un rol en la preservación de los bosques tropicales por parte de la población rural, mediante la posesión de los recursos naturales de los que depende para subsistir.

Entre las especies maderables de mayor importancia y con posibilidades comerciales en el estado se encuentra la Caoba (*Swietenia macrophylla*), madera empleada para construcción, pisos, paneles decorativos, exterior de plywood, esculturas y muebles finos. En medicina popular, el macerado de la corteza y el preparado de infusión con la semilla tienen distintos destinos para paliar trastornos en la salud. Sus flores son fuente abundante de néctar para abejas melíferas. La madera de Cedro (*Cedrela odorata*) también es de importancia en los huertos familiares. Produce una madera aromática, duradera y fácil de trabajar. Por ello es preferida para fabricar muebles finos, puertas, ventanas, gabinetes, para decoración de interior y carpintería en general. En los estados de Michoacán, Veracruz, Puebla, Oaxa-



Un grueso madero corona una abertura sobre la figuración del dios Chac, señor de la lluvia. Dibujo de Frederick Catherwood, edificio Kabah, primera mitad siglo XIX. Los mayas solían usar en las construcciones madera del zapote (*Manilkara zapota*).

ca, Campeche, Yucatán y Chiapas se le da distintos usos medicinales, particularmente por la infusión de sus hojas.

Incrementar conocimientos sobre los árboles útiles de Yucatán

Lo expuesto anteriormente indica que las especies forestales que se encuentran en los solares y zonas próximas con bosques naturales, tienen un carácter de uso múltiple, principalmente en relación a la alimentación humana y de animales de granja. Esto implica un manejo de los árboles que garantice un adecuado desarrollo vegetal. Sin embargo, es muy escasa la información sobre las características del crecimiento de los árboles en bosques tropicales del norte de la Península de Yucatán, particularmente de los árboles, nativos o exóticos, cultivados en los solares y su entorno. Esta escasa información limita el analizar características relativas a la productividad, calidad de la madera, determinación de la edad, tasas de crecimiento y etapas de senescencia, o simplemente inferir propiedades genéticas o sobre los factores ambientales que condicionan la vida de los bosques. Este conocimiento es esencial en el objetivo de optimizar programas de manejo y conservación de los árboles en los sistemas agrícolas de Yucatán.

Como se desprende de las consideraciones anteriores, las selvas de Yucatán poseen una riqueza excepcional en sus especies maderables. Esta particularidad ha hecho que muchos árboles de la Península sean aprovechados por alguna de sus propiedades. Conocer parte de estas propiedades implica estudiar las características anatómicas de las maderas, ya que estas se relacionan a cualidades tecnológicas, estéticas, curativas o energéticas, definiendo un destino de uso por parte de la comunidad maya campesina.

La anatomía de la madera es un valioso recurso aplicado a estudios ecológicos, arqueológicos, de identificación taxonómica y tecnológica. Un aspecto de la anatomía de la madera se relaciona a estructuras denominadas anillos de crecimiento, las cuales son reconocidos en el plano transversal de los tallos. El análisis de estos anillos, en términos de su caracterización anatómica, la posibilidad de medirlos para lograr expresiones del desarrollo vegetal o asignarles una identidad cronológica, permite inferir historias vinculadas a la vida del árbol, entre ellas las condiciones del ambiente que signaron su desarrollo. La aplicación de técnicas dendrocronológicas (dendro = árbol, crono = tiempo y logos = estudio) adquiere un alto grado de responsabilidad en lograr este conocimiento debido a que los anillos de crecimiento quedan "impresos" en la superficie transversal de la madera brindando testimonio de la edad y condiciones ambientales durante la vida de los árboles, a resolución anual (Fritts, 1976). Estas técnicas dendrocronológicas, extensamente aplicadas en especies de clima templado, han sido poco empleadas con árboles tropicales (Roig, 2000). Sin embargo, diversas áreas tropicales como las de Yucatán, están sujetas a una marcada estacionalidad climática, resultando en maderas con presencia de anillos anuales de crecimiento (por ej. Brienen & Zuidema, 2005, 2006; Callado *et al*, 2001; Lisi *et al*, 2008; Marcati *et al*, 2006 a). Por ello, una importante y creciente contribución del análisis de los anillos de crecimiento ha tenido recientemente como protagonista a varias especies de árboles tropicales (e.g., Bormann & Berlyn, 1981; Pant, 1983; Jacoby, 1989; Bhattacharyya *et al*, 1992; Buckley *et al*, 1995; Eckstein *et al*, 1995; Pumijumng *et al*, 1995; Stahle *et*

al, 1999; Roig, 2000; Worbes, 2002; Schöngart *et al*, 2004; Brienen & Zuidema, 2005), incluso de bosques de México (Stahle *et al*, 2000; Bernal Salazar, 2004; Villanueva Díaz *et al*, 2007).

En Yucatán existe una gran riqueza de árboles cuyas propiedades anatómicas de la madera inciden en sus características tecnologías y consiguientemente en definidos destinos de uso. Un conocimiento sobre aspectos de la estructura de la madera se torna imprescindible para facilitar la identificación anatómica de los anillos de crecimiento y así establecer edades o medir el crecimiento de los árboles y desarrollar un sinnúmero de aplicaciones en productividad, ecología o protección forestal en Yucatán. Para alcanzar parte de este conocimiento, se presenta aquí la descripción anatómica de la madera de un conjunto de árboles de la región N-W de la Península de Yucatán, particularmente en lo relativo al reconocimiento de los elementos anatómicos que permiten definir el límite estacional (anual) de formación del anillo de crecimiento de los árboles.

Anatomía de las maderas

La identificación de las maderas puede establecerse en dos niveles: macroscópico y microscópico. Las características macroscópicas se definen generalmente bajo percepciones o identificaciones realizadas a simple vista o empleando pequeños aumentos de hasta 10 veces en la escala original. Las características microscópicas, sin embargo, se basan en observaciones a mayor magnificación, por lo que aquí se involucra a lupas de mayor aumento, microscopio óptico o diversos tipos de microscopía electrónica.

En la identificación macroscópica de las maderas se reconocen características organolépticas, anatómicas macroscópicas y propiedades relacionadas a la física y química de la madera. Para alcanzar descripciones a nivel anatómico, se consideran características mucho más delicadas como las relacionadas al diámetro de los vasos, largo celular, número de células en radios, espesor y ornamentos o excrecencias de la pared celular y otros detalles perceptibles con microscopía de alta magnificación.

Entre las características generales de la madera se ha incluido aquí el color, olor, brillo y densidad aparente. El color de la madera se constató en la superficie transversal inmediatamente pulida para evitar alteraciones debidas a prolongada exposición a la luz y aire. De la misma manera, se identificó el olor en función del grado de impresión al olfato. El brillo, propiedad de las maderas en relación a propiedades anatómicas y químicas (ayudado por presencia de extractivos), es mencionado aquí en relación a la intensidad con que refleja la luz una superficie transversal, luego de que esta ha sido pulida con lijas finas. La densidad aparente, relacionada a la cantidad de masa por unidad de volumen, ha sido expresada en unidades de g/cm^3 cuando esta información ha estado disponible en la literatura (por ej. Barajas Morales, 1987). Debido a que la densidad está vinculada al peso, se indicó si las maderas eran pesadas o livianas.

En este libro hemos identificado principalmente las características anatómicas que se observan en el corte transversal de una madera, detallando aspectos relativos a los anillos de crecimiento, lo cual es relevante para desarrollar estudios basados en la identificación del año calendario de formación del anillo de crecimiento de los árboles y de su medición como expresión del crecimiento. Las características anatómicas macroscópicas fueron determinadas observando, mediante lupa de aumentos, superficies

transversales perfectamente pulidas. Las características anatómicas consideradas se vincularon principalmente a la forma, tamaño y distribución de distintos elementos celulares o tejidos que conforman la madera. En este sentido, se describió con especial atención aspectos relativos a los poros o vasos de conducción hidráulica, el tipo y distribución del parénquima axial, tamaño y densidad del parénquima radial y aspectos relativos al espesor de la pared de las fibras.

Poros o vaso de conducción

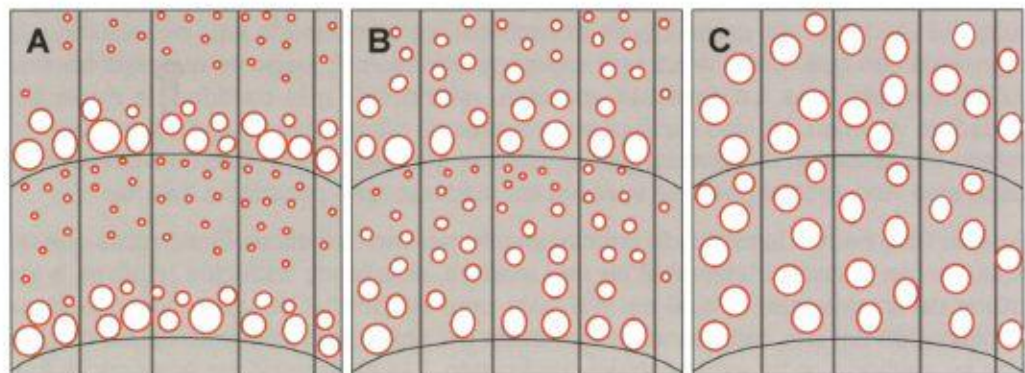
El poro o vaso constituye el principal elemento conductor axial de líquidos en una planta. Son células perforadas, de grosor de pared variable pero generalmente gruesa y cuando son seccionados transversalmente, tal como ocurre en las superficies de madera analizadas, son reconocidos como orificios más o menos circulares y de mayor tamaño que el resto de las células. Diversas características asociadas a los poros son esenciales en la identificación de las maderas. En nuestro caso se ha descrito:

a) Visibilidad, lo cual puede determinarse a ojo desnudo o bien con ayuda de magnificación. Por lo tanto la visibilidad del poro está ligada al diámetro transversal, comprendiendo desde poros pequeños ($<100\ \mu\text{m}$), medianos (entre 100 a $200\ \mu\text{m}$) y grandes ($>200\ \mu\text{m}$), de acuerdo a la clasificación sugerida por Metkalfe & Chalk (1985).

b) Frecuencia, lo cual es una medida aproximada de la cantidad de poros por unidad de superficie (numerosos, pocos).

c) Porosidad, término que se refiere a la distribución de los poros en el anillo de crecimiento, clasificándose en: anular o circular, donde los vasos de mayor diámetro se disponen en hileras concéntricas en el sector inicial del leño temprano y desaparecen o son manifiestamente más pequeños y menos frecuentes en el resto del anillo de crecimiento; semianular, cuando el diámetro de los poros disminuye gradualmente desde la zona del leño temprano a la del leño tardío; difuso, cuando el diámetro de los poros es igual en cualquier zona del anillo de crecimiento.

Arreglo, es referido a la distribución de los vasos en el anillo de crecimiento. Puede presentarse como tangencial, con poros dispuestos en forma perpendicular al radio;

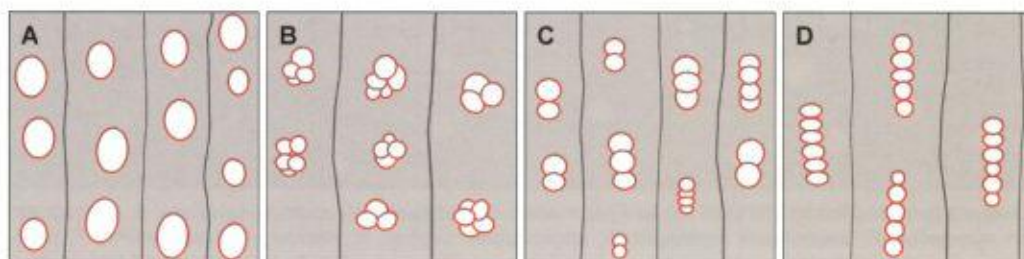


Tipos de porosidad en maderas: A, anular; B, semianular; C, difusa.

radial o diagonal, cuando los poros se disponen paralelamente o levemente inclinados respecto al radio y dendrítico, cuando configuran diseños semejantes a ramificaciones con posición oblicua a los radios.

Agrupamiento, término que refiere a si los poros se presentan aislados o solitarios o cuando forman grupos de dos o más vasos. Estos últimos agrupamientos pueden darse en racimos o en cadenas de orientación radial.

Contenidos, los que son referidos a sustancias de variada naturaleza, tales como gomas y resinas, con diferente color y olor.



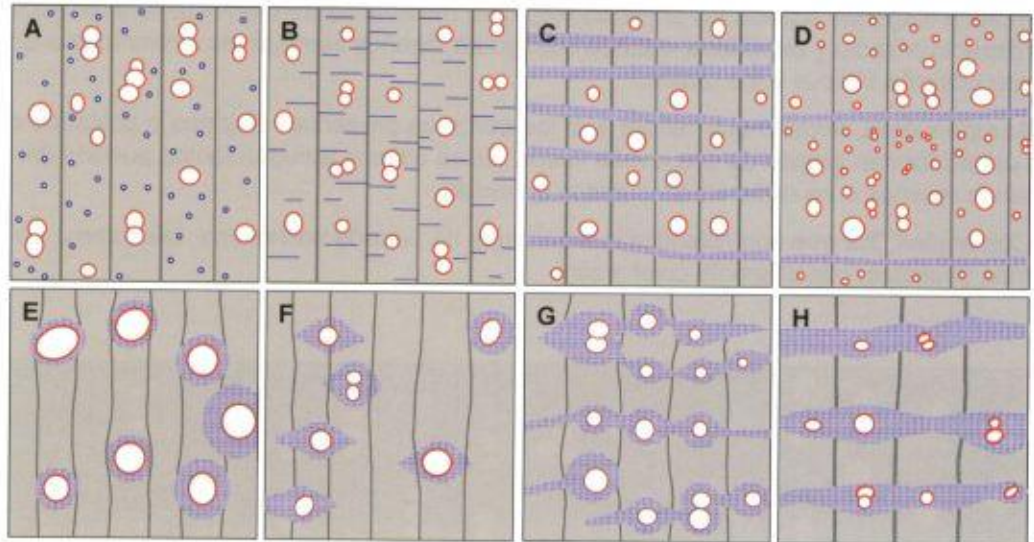
Tipos de agrupamiento de vasos. A, solitarios; B, agrupados o en racimos; C, radiales cortos; D, radiales largos.

Parénquima axial

El parénquima axial es un tejido constituido por células de fina pared, no perforadas y con funciones principalmente en la acumulación de sustancias de reserva, aunque también con propiedades en la conducción de líquidos. Este tejido se presenta bajo las siguientes formas: ausente y presente. En este último se reconocen las siguientes modalidades: escaso, observándose pocas células; abundante, cuando representa una fracción importante de la superficie transversal de la madera. De acuerdo a la ubicación respecto del vaso de conducción puede reconocerse como apotraqueal, cuando no está asociado al vaso de conducción. Se reconocen aquí dos tipos, difuso (células aisladas y dispersas) o en agregados (células agrupadas). El parénquima es paratraqueal cuando está asociado al vaso de conducción, pudiendo presentarse como escaso (pocas células asociadas), unilateral (el parénquima rodea parcialmente al vaso) o vasi-céntrico (el parénquima rodea completamente al vaso). El parénquima paratraqueal vasi-céntrico también puede definir diseños que se reconocen como aliforme, confluyente o en bandas tangenciales. Otro tipo importante de parénquima axial es el denominado marginal, el cual se asocia al límite del anillo de crecimiento.

Radio

El radio, cuya función en la madera es la de vincular radialmente el flujo de líquidos y sustancias de reserva, puede ser variable en tamaño y densidad por unidad de superficie transversal. Así, se clasifica respecto al grosor conferido por el número de células en finos o gruesos y por su número respecto a una unidad de superficie tangencial, en numerosos o escasos.



Diversos tipos de parénquima axial (en azul) de madera de latifoliadas: A, apotraqueal difuso; B, apotraqueal en agregados; C, apotraqueal bandeado; D, apotraqueal marginal; E, paratraqueal vasicéntrico; F, paratraqueal vasicéntrico aliforme; G, paratraqueal vasicéntrico aliforme confluyente; H, paratraqueal bandeado.

Fibra

La fibra, elemento especializado para el sostén de un tallo, ha sido considerada aquí en lo relativo al grosor de sus paredes, en gruesas o delgadas.

Anillo de crecimiento

El anillo de crecimiento es la unidad morfológica de la madera que distingue una zona de crecimiento producido durante cada período de desarrollo vegetativo estacional. Se le define como distinguible o no distinguible. Entre estos extremos se dan situaciones intermedias. Los anillos son distinguibles en función al tipo de células presentes y el arreglo de los tejidos que estas conforman. Así, caracteres relativos a la porosidad, densidad por variación de espesor en pared de fibras o presencia de parénquima axial marginal, son determinantes para definir el límite del anillo de crecimiento.

El tipo de porosidad, diámetro y ordenación de los vasos pueden definir el límite del anillo de crecimiento. En maderas con porosidad circular, la diferencia de diámetro entre vasos de leño tardío respecto a los de leño temprano define el límite de un anillo e inicio del contiguo. Esta definición también puede encontrarse en maderas de porosidad semicircular, pero no en las de porosidad difusa.

La forma y espesor de la pared de fibras constituye otro carácter diagnóstico en la definición del límite del anillo de crecimiento. En determinadas maderas, la última parte del leño tardío está ocupado por fibras, cuyas paredes pueden experimentar un mayor grosor respecto de la pared de fibras que se encuentran en el leño temprano. Además, el ancho radial de estas fibras se reduce, no así el ancho tangencial que se mantiene más o menos constante. Estas diferencias en forma y tamaño de pared permiten inferir el límite del anillo de crecimiento.

En referencia al parénquima axial marginal, muchas especies de ambiente tropical presentan este carácter como definición del anillo de crecimiento. Por lo general, corresponde a una línea conformada por pocos estratos de células de parénquima axial.

Algunas tipologías de los anillos de crecimiento, las que pueden catalogarse como anomalías, han sido también analizadas. En particular lo relativo a la desaparición local del límite del anillo de crecimiento, lo que resulta en la formación de un anillo en cuña. Estos anillos en cuña constituyen serios obstáculos en la correcta asignación de la edad de una planta, por lo que su detección es de importancia en estudios de series temporales de anillos de crecimiento.

Metodología empleada para la observación de anillos de crecimiento

De todas las especies aquí estudiadas se obtuvieron rodajas o secciones transversales de madera preferentemente de la parte inferior de cada tronco principal. En la mayoría de los casos las muestras fueron extraídas de árboles afectados por el paso del huracán Isidore, en otoño del 2002. Las mismas fueron clasificadas botánicamente y copias de las muestras coleccionadas se encuentran depositadas en las colecciones de maderas del Laboratorio de Dendrocronología (IANIGLA-CONICET) en Mendoza, Argentina, en la Universidad Autónoma de Yucatán, en Mérida, México y en el Laboratorio de Dendrocronología del CENID-RASPA-INIFAP en Gómez Palacio, México, respectivamente.

El tratamiento de las maderas para la observación macroscópica de las características anatómicas es relativamente simple. Las rodajas (promedio 2,5 cm de espesor) fueron secadas al aire y luego pulidas con lijas al agua de distinto grado de granulometría (desde número 40 a 1.200). La calidad final de este trabajo se midió por la visualización en fino detalle de las características anatómicas de la madera en su plano de corte transversal y además, por la obtención de superficies planas, evitando distorsión de foco durante la captura fotográfica bajo lupa. Debido a que durante el proceso de pulido los poros o vasos pueden quedar ocluidos con polvo de madera, se retiró este material mediante aire a presión. Vacíos los poros, la identificación anatómica de los anillos de crecimiento se facilita significativamente.

Posteriormente, cada madera fue analizada bajo lupa (Olympus SZ) con capacidad de aumento de hasta 600x. De esta forma, se pudo observar en detalle características finas de la anatomía de la madera tales como la distribución y abundancia de los principales tejidos conformados por vasos, parénquima y fibras, grosor de pared de las fibras, límite del anillo de crecimiento, etc. Cada muestra fue fotografiada a diversas escalas con el fin de lograr imágenes macro que facilitaran una apreciación general de la muestra tanto en detalles de regularidad circular de las zonas de crecimiento o localización de anillos en cuña, como también de distribución y color de albura y duramen. La captura de imágenes de mayor aumento permitió identificar detalles sobre la distribución de tejidos y caracterización de límites anatómicos de crecimiento.

Las maderas empleadas para este estudio proceden de las siguientes localidades del estado de Yucatán (ver figuras en las páginas 3 y 4): Chicxulub (CICY; 21° 11' 28"N, 89° 33' 38"W), Hocabá (HOC; 20° 49' 40"N, 89° 13' 41"W), Sahcaba (SAH; 20° 47' 31"N, 89° 11' 05"W), Jardín Botánico del Centro de Investigación Científica de Yucatán en ciudad

Lista de especies analizadas y número de colección. Número de registro de Xiloteca en Mendoza (X-FR)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Nro. X-FR
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Abal-ak'	753, 790
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i>	Ts'armuy	761
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	K'opté	756, 770
Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Beek	758, 775, 777
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chak-chakaj	750, 792, 797
Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	Ts'itché	810
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	On	745
Fabaceae	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Tsalam-ché	820
Fabaceae	<i>Senegalia gaumeri</i>	Box-katsim	762, 763, 801
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Ju'uché	772
Fabaceae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	Cholul	759, 765, 782, 788
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	743, 799
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Ta'k'inché	807
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	X-ya'ax-EEK'	813, 819
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Pich	764, 784
Fabaceae	<i>Erythrina standleyana</i>	Chak-ch'obenché	818
Fabaceae	<i>Havardia albicans</i>	Chukum	773
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	767
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xu'ul	803
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	815
Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak-katsim	802, 808
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Ha'bin	744, 760, 769, 794
Fabaceae	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	Ts'inché	800
Fabaceae	<i>Senna racemosa</i>	X-k'anja'abin	746
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	752
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	809
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	817
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy	791
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	747, 755, 768, 776
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Kultmche	821
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	751, 778, 783, 789
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	771
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Laurel	786
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	787
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Pichi	754
Nyctaginaceae	<i>Neea cf. pshychotrioides</i>	Cak muk	798
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Be'eb	806
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilche	793
Primulaceae	<i>Bonellia flammea</i>	Chak sik	816
Rhamnaceae	<i>Colubrina elliptica</i>	Sacna-ché	804
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Lu'umche'	811
Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i>	Subin t'eel	812
Rubiaceae	<i>Randia obcordata</i>	Cruz k'iix	814
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Huaya cubana	757
Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Huaya	748
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'anchunuup	795, 796
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Sibul	785
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	744, 781

de Mérida (HEC) y Reserva Grupo de Trabajo (RES; 20° 47' 44"N, 89° 11' 34"W). Hocabá y Sahcaba corresponden a zonas con población agrícola permanente y la mayoría de los árboles colectados allí son tradicionalmente cultivados en los solares. La lista de especies se puede consultar en la Tabla de la página 18.

La secuencia en que se presenta a las especies sigue a Engler & Diels (1936). Las sinonimias fueron controladas según la base de datos taxonómica publicada en TROPICOS (www.tropicos.org). Las descripciones de las maderas se realizaron de acuerdo a la nomenclatura propuesta por IAWA (1989).

Comentarios generales de las maderas de Yucatán estudiadas

En este estudio se analizaron 48 especies distribuidas en 20 familias. En semejanza con los resultados publicados por Roig *et al* (2005), cerca del 38% de estas especies muestran anillos de crecimiento distinguibles y esos límites de crecimiento pueden ser reconocidos con variable grado de dificultad en el 58% de las especies consideradas. Alrededor del 85% de las maderas presentaron porosidad de tipo difuso, confirmando la tendencia general para maderas tropicales (Metcalf & Chalk, 1985; Alves & Angyalossy Alfonso, 2000). Este tipo de porosidad restringe el uso de la diferencia en el diámetro de los vasos como descriptor de los límites del anillo de crecimiento para la mayoría de las muestras tropicales. Sin embargo, el parénquima axial de tipo marginal es el carácter más común asociado a la definición anatómica del límite del anillo de crecimiento, ya que el 60% de las maderas con anillos distinguibles muestra esta característica. Este valor incrementa a casi el 70%, si se incluyen las maderas con mediana dificultad de identificación de anillos. Anillos de crecimiento distinguibles por otras características anatómicas son menos frecuentes, como podría ser por las diferencias entre diámetro de vasos entre madera temprana y tardía (12% de los casos) o diferencias en fibras con paredes engrosadas y radialmente aplastadas en el leño tardío (~20% de los casos), o combinación de ambos caracteres (~10% de los casos). La ausencia de anillos parece estar relacionada a ciertas familias botánicas, como el caso de Moraceae y Nyctaginaceae.

Anillos en cuña fueron encontrados en un 25% de los árboles pero particularmente abundantes en *Gymnopodium floribundum*, *Malpighia glabra*, *Thouinia paucidentata*, *Quadrella incana* y *Vitex gaumeri*. Los anillos discontinuos son de común ocurrencia en otras floras tropicales (Worbes, 2002) y constituyen un problema en procedimientos dendrocronológicos de datación.

Las características climáticas y de la vegetación en Yucatán proveen interesantes perspectivas para desarrollar estudios basados en el análisis de los anillos de crecimiento de árboles. La larga estación seca que ocurre entre noviembre y abril induce estacionalidad del crecimiento en las plantas. Por lo tanto, sobre la mayor parte de la Península, pero especialmente al norte de la misma, las mayores condiciones de aridez provoca que la mayor parte de la vegetación pierda las hojas una vez al año (Flores & Espejel Carvajal, 1994). Esta pérdida de hojas influye en la actividad de los tejidos de crecimiento, provocando un período de inactividad meristemática durante la estación seca. Como resultado, muchas maderas en la región de Yucatán muestran anillos de crecimiento anatómicamente distinguibles.

La siguiente Tabla muestra las principales carecterísticas de las maderas de Yucatán analizadas en relación a la anatomía de los anillos de crecimiento.

Familia Especie	Características anatómicas de los anillos					
	AC	P	GPF	PM	ELA	ACÑ
Anacardiaceae <i>Spondias purpurea</i>	B	3	1	-	PF	-
Annonaceae <i>Annona squamosa</i>	B	3	1	1	PM	-
Boraginaceae <i>Cordia dodecandra</i> <i>Ehretia tinifolia</i>	A A/B	3 2	2 2	1 -	PM DV/PF	- 1
Burseraceae <i>Bursera simaruba</i>	B	3	1	-	PF	-
Capparaceae <i>Quadrella incana</i>	B	3	2	1/2	PM	2
Lauraceae <i>Persea americana</i>	A	3	1	-	DV/ PF	-
Fabaceae <i>Mariosousa dolichostachya</i> <i>Senegalia gaumeri</i> <i>Albizia tomentosa</i> <i>Apoplanesia paniculata</i> <i>Caesalpinia gaumeri</i> <i>Caesalpinia yucatanensis</i> <i>Chloroleucon mangense</i> <i>Enterolobium cyclocarpum</i> <i>Erythrina standleyana</i> <i>Havardia albicans</i> <i>Leucaena leucocephala</i> <i>Lonchocarpus xuul</i> <i>Lysiloma latisiliquum</i> <i>Mimosa bahamensis</i> <i>Piscidia piscipula</i> <i>Pithecellobium unguis-cati</i> <i>Senna racemosa</i> <i>Tamarindus indica</i>	A/B A B A B A/B A/B B B C B A/B A/B B B A/B B B A A	3 3 3 3 2/3 3 3 3 3 3 2/3 2/3 3 3 3 2/3 3 2/3 3 3	2 1 2 2 2 2 1 1 2 2 1 1 1 1 2 2 1 1 2 2	1 1 1 1 1 1 1 1 2 - 1 1 1 1 2 1 1 1 1	PM PM PM/PF PM/PF PM/DV PM PM/PF PM/PF - PM PM PM PM PM PM PM PM PM	- - - - - - - - - - - - 1 - - - 1 - - -
Lamiaceae <i>Vitex gaumeri</i>	A	3	2	1	PF/PM	2
Malvaceae <i>Guazuma ulmifolia</i>	A	2/3	1	-	PF	-

Familia Especie	Características anatómicas de los anillos					
	AC	P	GPF	PM	ELA	ACÑ
Meliaceae						
<i>Cedrela odorata</i>	A	1/2	1	1	PM /DV	-
<i>Trichilia hirta</i>	A	3	1	1	PM	1
Moraceae						
<i>Brosimum alicastrum</i>	B	3	1	2	PM/PF	-
<i>Maclura tinctoria</i>	B	3	2	2	PM/PF	1
<i>Ficus benjamina</i>	C	3	1	-	-	-
<i>Ficus cotinifolia</i>	C	3	1	-	-	-
Myrtaceae						
<i>Psidium guajava</i>	B	3	1	-	PF	1
Nyctaginaceae						
<i>Neea cf. psychotrioides</i>	C	3	-	-	-	-
<i>Pisonia aculeata</i>	C	3	-	-	-	-
Polygonaceae						
<i>Gymnopodium floribundum</i>	A	3	2	-	PF	2
Primulaceae						
<i>Bonellia flammea</i>	B	3	2	-	PF	-
Rhamnaceae						
<i>Colubrina elliptica</i>	A	3	2	1	PM /PF	-
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	A/B	3	2	1	DV/PF	-
Rubiaceae						
<i>Guettarda elliptica</i>	A	3	2	-	PF/DV	1
<i>Randia obcordata</i>	B	3	1	-	PF	-
Sapindaceae						
<i>Melicoccus bijugatus</i>	A/B	3	2	1/2	PM	1
<i>Melicoccus oliviformis</i>	A	3	2	1	PM	-
<i>Thouinia paucidentata</i>	A	3	1	-	PF	2
<i>Sapindus saponaria</i>	B	2/3	2	1	PM	-
Sapotaceae						
<i>Manilkara zapota</i>	B/C	3	2	2	PM	-

AC = anillo de crecimiento: A: distinguible; B: distinguible con dificultad C: no distinguible.

P = Porosidad: 1: anular; 2: semi-anular; 3: difusa.

GPF = Grosor pared de fibra: 1: pared fina a medianamente engrosada; 2: pared muy engrosada.

PM = Parénquima marginal: 1: continuo; 2: discontinuo.

ELA = Estructura del límite del anillo de crecimiento: PF, cambio en grosor de pared de fibras o en el tamaño radial de la pared celular; DV, cambio en el diámetro del vaso; PM, presencia de parénquima marginal.

ACÑ = anillo en cuña: 1: raro; 2: frecuente.

El hecho de que el 38% de las especies en Yucatán muestran límites de crecimiento distinguibles, puede ser considerado como de alta incidencia, considerando que analizamos especies de zona tropical. Alvim (1964) registra para los trópicos del Amazonas entre 25 a 45% de las especies con anillos distinguibles mientras que Chowdhury (1961) registra semejantes porcentajes para árboles de la India. Aún cuando el número de muestras que se analizaron aquí para Yucatán es relativamente limitado, el porcentaje de plantas con anillos distinguibles es comparable o mayor a los registrados para otras zonas tropicales húmedas.

La gran diversidad de árboles en la flora de Yucatán plantea interesantes perspectivas para estudios con anillos de crecimiento, aún cuando el número de árboles analizados representa una limitada fracción del número de especies existentes en Yucatán. Por ejemplo, se analizaron 19 árboles de la familia las leguminosas (~20% de los cuales tienen anillos distinguibles y ~20% medianamente distinguibles, pero la flora de Yucatán contiene 103 especies de árboles y 30 especies arbustivas pertenecientes a esta familia (Flores, 2001). Por ello, sería deseable que los estudios sobre anillos de crecimiento en Yucatán fueran profundizados.

La información contenida en este trabajo sugiere las siguientes estrategias de trabajo futuro. Una, debería estar relacionada a la continuidad de estudios de aquellas especies que forman anillos distinguibles (y probablemente anuales), lo cual debería explorarse en el campo de las técnicas dendrocronológicas. En este sentido, surge la recomendación para las siguientes especies: *Cordia dodecandra*, *Gymnopodium floribundum*, *Thouinia paucidentata* y *Melicoccus oliviformis*, varias de las especies de fabáceas tales como *Mariosousa* y *Senegalia*, *Caesalpinia*, *Leucaena*, *Piscidia*, etc., meliaceas como *Trichilia hirta* y *Cedrela odorata* y ramnaceas como *Karwinskia humboldtiana* y *Colubrina elliptica*. Estas especies podrían proveer datos sobre edades de árboles, productividad forestal y reconstrucciones paleoambientales. Para este propósito es recomendable realizar simultáneamente estudios de seguimiento cambial, para definir en que período del año se forman los anillos de crecimiento. La naturaleza anual en la formación de los anillos de crecimiento es un requisito indispensable para desarrollar estudios de índole dendrocronológico. Un segundo campo de aplicación estaría destinado a aquellas especies con anillos de distinción dificultosa, con el objetivo de documentar aproximadamente las edades y producción de biomasa, estableciendo aspectos de la producción forestal en escala amplia. Una tercera recomendación está destinada a la ampliación de estos estudios a un mayor número de especies, condiciones ecológicas y regiones en mesoamérica.

The forest ecosystems of the Yucatán peninsula are characterized by a diversity of native trees that include about 400 species, many of which are endemic to the region (Curtis, 2007). In the Maya culture these trees have been used since time immemorial for many purposes, including food, timber production, medicines, nectar or simply as shade to protect homes and livestock.

The Maya culture developed agricultural, horticultural and forestry management strategies well before colonial times (Gomez Pompa, 1993). Several hypotheses have been proposed to explain the composition and structure of the tropical forests of the Yucatán peninsula, specifically with regard to the abundance and dominance of useful tree species in wild mature forests (Barrera *et al*, 1977). Rue (1987) hypothesized that the composition of the vegetation of the lowlands is the result of human activity since the beginning of the Maya occupation, 3000 years ago. For example, an interesting case is *Brosimum alicastrum*- a tree that can be used for timber and provides fruit, leaves, and root latex for human use. Its abundance near Maya archaeological sites is interpreted as a result of the protection and cultivation of this species made by this civilization.

As a result of the long period of time since human intervention, vegetation in the Yucatán lowlands has reached a higher level of maturity in tree composition that could possibly be derived only from the trees used by humans as crops (Rico Gray & Garcia, 1991). However, despite the dispersion of these species today, it is now accepted that this forest composition was modified by the Mayas. During the Maya occupation, the composition of the flora was probably similar to the present flora but with changes in abundance and species dominance (Rico Gray & Garcia, 1991). Hence, the Maya have played a significant role in changing the vegetation structure, particularly in favor of useful tree species.

Yucatec Maya culture has been closely linked to the agricultural system of the milpa, where the forest is converted into plots of corn, beans, squash and other plants, through a system of slash and burn (Nair, 1993). Currently tropical subhumid or semiarid ecosystems are in a delicate environmental balance, where accelerated economic and demographic changes are causing an expansion of the agricultural frontier. This situation, coupled with natural climate variability and anthropogenic influences, is the main cause of degradation of vegetation cover and land quality. Dryland forests in Yucatán have undergone varying degrees of alteration (Mayén Rivera & Reygadas Prado, 2005), especially during the twentieth century, due to the removal of natural areas and conversion of milpas to extensive henequen (sisal) plantations (*Agave fourcroydes*) and livestock grazing. These agricultural activities have reduced the original forest areas from 1.8×10^6 ha to 4×10^5 ha today. Deforestation was particularly intense during the nineteenth and first half of the twentieth centuries. Thus, by the 1970s, henequen production occupied 50% of the economically active population of Yucatán. Subsequently this activity has declined drastically because of the replacement of sisal fibers by synthetic yarn (González Iturbe *et al*, 2002). Currently, many formerly cultivated fields have been abandoned and are slowly reverting to their original appearance and vegetation through successional stages of natural vegetation, although they still remain at a secondary forest stage.

Home gardens or solares

Home gardens are agroforestry systems found worldwide and composed of trees, shrubs and herbaceous plant crops intimately connected with the production of domestic animals (Torquebiau, 1992). These gardens are widely distributed in Mesoamerica and their contribution to global food production is poorly understood, although they are locally very important to the family economy and food security (Ruenes & Jiménez Osornio, 1997).

In Yucatán, these gardens are called *solar*. The *solar* is the agroforestry unit of the Maya community that is developed in an area surrounding the farmhouse. Under family management this unit produces food, medicine, fodder, building materials, tools and many other products designed to meet the family's needs. This type of garden has a major importance beyond farming as the people utilize it for recreational and religious tasks.

The *solar* is part of the integrated management of natural resources that has been used by Maya communities for millennia (Gomez Pompa, 1987). This agroecosystem plays a key role in the livelihoods of rural populations in the Yucatán peninsula, as it is the buffer agroecosystem in the rural production units (Jiménez Osornio, 1999). Thus, in times of economic crisis, the *solar* contributes to the livelihoods of rural communities. If the primary sources of income in the rural economy fail (milpa, wage labor, etc.), the *solar* provides the minimum inputs necessary for the support of a family unit.

The *solares* vary in composition, size and structural complexity. A common feature is that they have different canopies, trees shading other trees, shrubs and herbaceous plants with different light requirements (Gillespie *et al*, 1993). In addition to creating various gradients of light, trees provide a cover that protects the soil and produces litter that contributes to recycling nutrients to maintain soil fertility. Various tree, shrub and herbaceous plants are cultivated on the solar to provide food, fodder, timber, medicine, fruits, ornamentals, spices, etc. Leftovers are used to feed animals, which are usually scattered through the lot. Their manure is incorporated into the soil, thus helping to improve plot fertility (Jiménez Osornio, 1999).

The *solares* are prehispanic in origin (Gonzalez Jacome, 1985), so that the components and structures of these agroecosystems are the result of a continuous selection of plants and animals over centuries. Therefore they should be considered places of *in situ* conservation of germoplasm.

The floristic composition of the *solares* shows that they are very diverse agroecosystems (Rico Gray *et al*, 1990; Forrest, 1991; Caballero, 1992). They are so much richer in diversity than modern conventional agroecosystems (Barrera *et al*, 1977). The number of tree species found in the *solares* of the Yucatán peninsula is remarkable (see Table in page 10). These species give appearance and structure to this production system, and are termed "structural columns" of the Yucatec agroecosystem.

These "structural" species are important in maintaining the food chain established in the **solares**, a system consisting of species with non-overlapping phenologies, and resulting

in agricultural production all year round, allowing food resources for humans. Some species in the *solares* have been introduced from the Old World, such citrus, banana, mango, tamarind and coconut. The remaining trees are native species. Approximately 50% of them are deciduous, which is predictable given the annual distribution of rainfall in the peninsula (i.e. a prolonged dry season). However, even in the driest areas in the north of the peninsula, where there is a low deciduous forest, there are some floristic components of the tropical forest such as *Manilkara zapota* and *Brosimum alicastrum*, tree species with higher water requirements, but having the capacity to obtain water from groundwater.

The use of tree species for forage production is an important activity in the Yucatán peninsula, indicating that trees can be integrated into production systems including animals, trees and crops (Lizarraga Sanchez *et al*, 2001). Among other non-wood products, the most important is the resin produced by the chicosapote (*Manilkara zapota*). This resin was originally used by the Mayas, but production increased in the late nineteenth century when it became a central part of the economy of rural farming communities. Despite the problems caused by the subsequent substitution of synthetics for these resin products, growth in demand for natural products provides some prospect of a recovery for this economic activity in these rural communities.

Mahogany (*Swietenia macrophylla*) is amongst the most important timber species with commercial potential in the peninsula. Its wood is used for construction, flooring, decorative panels, exterior plywood, sculptures and fine furniture. In folk medicine, the bark is macerated and the infusion prepared with the seeds has many uses in the mitigation of health disorders. Its flowers are an abundant source of nectar for honeybees. Cedar (*Cedrela odorata*) is also an important tree in home gardens. It produces an aromatic wood, resistant to decay and easy to work. It is therefore preferred for fine furniture, doors, windows and general carpentry. In the states of Michoacán, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Campeche, Chiapas and Yucatán it is also used for various medicinal purposes, particularly by the infusion of its leaves.

Increasing the knowledge to be obtained from useful trees in Yucatán

As indicated above, the forest species found in gardens and natural areas close to forests, have multiple applications for human and animal food. This implies a tree management strategy to ensure proper plant development. However, there is very little information on the characteristics of tree growth in the tropical forests of the northern Yucatán peninsula, and particularly for those trees, native or exotic, cultivated in gardens and surrounding areas. This limits our knowledge of many characteristics of the forests such as their past and present productivity, wood quality, age determination and growth rates, or the ability to simply infer genetic properties or environmental factors that affect the forest life. This knowledge is essential in order to optimize the management and conservation programs of the trees in farming systems of Yucatán.

As was previously mentioned, the jungles of Yucatán are exceptionally rich in timber species. This has resulted in the harvesting of many species. Obtaining better information on the wood anatomy of these species is important as these qualities relate to the potential technological, aesthetic, health or energy uses of these species by the Maya community.

The anatomy of wood is a valuable resource applied to ecological studies, archaeological, technological and taxonomic identification. One aspect of wood anatomy relates to the structures called growth rings, which are recognized in the transverse sections of the stems. The analysis of these rings, in terms of their anatomical characterization, plus the possibilities of their measurement in studies of plant development or simply to assign a chronology to the rings, allows us to infer stories related to the tree life, including the environmental conditions that influenced its development. The application of dendrochronological techniques (dendro = tree, chrono = time and logos = study of) requires a high degree of skill to recover this knowledge because the growth rings are "printed" on the surface of the wooden cross sections and record the age and environmental conditions during the life of a tree with annual resolution (Fritts, 1976). These dendrochronological techniques, widely applied to temperate species, have rarely been used in tropical trees because of the absence or poor definition of annual rings in many species (Roig, 2000). However, in tropical areas with a marked climatic seasonality such as the Yucatán, trees may produce distinct annual growth rings (eg. Brien & Zuidema, 2005, 2006; Callado *et al*, 2001; Lisi *et al*, 2008; Marcati *et al*, 2006). Therefore, recent studies have led to a significant and growing contribution of information based on the analyses of growth rings in tropical trees (eg. Bormann & Berlyn, 1981; Pant, 1983; Jacoby, 1989; Bhattacharyya *et al*, 1992; Buckley *et al*, 1995; Eckstein *et al*, 1995; Pumijumong *et al*, 1995; Stahle *et al*, 1999; Roig, 2000; Worbes, 2002; Schöngart *et al*, 2004; Brien & Zuidema, 2005), including from forests of Mexico (Stahle *et al*, 2000; Bernal Salazar, 2004; Villanueva Díaz *et al*, 2007).

The climatic and vegetation characteristics in the Yucatán peninsula provide interesting opportunities to develop studies based on the analysis of the growth rings of trees. The long dry season between November and April induces seasonality in plant growth. Therefore, over most of the peninsula, but especially in the northern part, dry conditions are a major cause of leaf fall once a year (Flores & Espejel Carvajal, 1994). This loss of leaves influences the meristematic tissues, causing cambial dormancy during the dry period. As a result many woods in the Yucatán region show anatomically distinguishable growth rings.

This seasonality in the Yucatán climate results in an abundance of trees whose wood anatomical characteristics permit technological applications and uses. However, a knowledge of wood structure is essential to facilitate anatomical identification of growth rings and to establish tree ages or growth measurements that are useful in productivity applications, ecology, forest management and conservation. Therefore, as an initial step to providing this knowledge, this monograph presents anatomical descriptions of the wood of trees of the northwestern region of the Yucatán peninsula, with particular attention to the recognition of the anatomical elements that are used to define the seasonal (annual) limit of growth rings.

Samples of all the species studied were obtained from wood cross sections cut from the lower part of the main trunk. In most cases these samples were taken from trees damaged or killed by Hurricane Isidore in the fall of 2002. The trees were classified botanically and duplicate wood samples were simultaneously stored at the Dendrochro-

nology Laboratory of IANIGLA-CONICET in Mendoza, Argentina, in the Universidad Autónoma of Yucatán, Mérida, México and the Dendrochronology Laboratory at the INIFAP-CENID in Gómez Palacio, México.

Treatment of wood samples for macroscopic anatomical observations is relatively simple. The cross sections (average ca. 2.5 cm thick) were air dried and then polished with sandpaper of varying grain size (from number 40 to 1200). Quality control at this stage of analysis necessitates a wood surface where the anatomical characteristics are seen in fine detail. As pores may become occluded with wood dust during the polishing process, this material is removed by pressurized air. With empty pores, the anatomical identification of the growth rings is significantly easier.

Subsequently, each cross section sample was analyzed using an Olympus SZ microscope with a capacity for up to 600x magnification. This allows detailed observation of different features of the wood anatomy such as the distribution and abundance of vessels, parenchyma, fibre wall thickness, ring boundary limits, etc. Each sample was photographed at different scales to provide images that demonstrate the nature of ring boundary limits, circular regularity of growth areas or identification of wedge rings, as well as distribution and color of sapwood and heartwood.

The woods used for this study are from the following locations in the state of Yucatán (see page XX): Chicxulub (CICY; 21° 11' 28" N and 89° 33' 38" W), Hocabá (HOC, 20° 49' 40" N and 89° 13' 41" W), Sahcaba (SAH; 20° 47' 31" N and 89° 11' 05" W), Botanical Garden of the Scientific Research Center of Yucatán in Mérida (HEC) and Nature Reserve Working Group (RES, 20° 47' 44" N and 89° 11' 34" W). The samples in Sahcaba and Hocabá are from areas with a permanent agricultural population and most of the trees collected there are traditionally grown in the *solares*.

The sequence of species is presented following the Engler & Diels (1936) botanical classification. The synonyms were controlled according to the taxonomic database published in TROPICS (www.tropicos.org). The wood anatomy descriptions are according to the nomenclature proposed by IAWA (1989).

General comments on the woods examined

In this study, we examined 48 species from 20 botanical families. Results from the anatomical inspection of these woods indicated that about 38% of tree species showed distinct growth rings, and this percentage reached 58% if we included all those woods with varying degrees of difficulty in ring-width definition. About 85% of the wood showed diffuse porosity, confirming the general trend for tropical timbers (Metcalf & Chalk, 1985; Alves & Angyalossy Alfonso, 2000; Roig *et al.*, 2005). This type of porosity restricts the use of the ring-to-ring differences in vessel diameters as a boundary descriptor of the growth ring for most tropical samples. However, the presence of axial parenchyma of the marginal type is a useful characteristic to define the anatomical limit of the growth ring, since 60% of the samples showed this feature. This value increases to nearly 70% when including those species that have rings that can only be distinguished with difficulty. Growth rings distinguished by other anatomical features are less frequent, e.g.

differences between vessel diameters between early and latewood (12% of cases) or differences in latewood fibers with thickened and radially flattened walls (~ 20% of cases), or a combination of both characters (~10% of cases). The absence of rings appears to be related to certain botanical families in the Moraceae and Nyctaginaceae, although it is known that Nyctaginaceae form unusual woods (with included phloem).

Wedge rings were found in 25% of the trees analyzed and were particularly abundant in *Gymnopodium floribundum*, *Malpighia glabra*, *Thouinia paucidentata*, *Quadrella incana* and *Vitex gaumeri*. Wedge or discontinuous rings are of common occurrence in other tropical trees (Worbes, 2002) and constitute a problem for dendrochronological dating purposes.

The fact that 38% of the species in Yucatán show a distinct growth boundary may be considered unusually high for a tropical environment. For the Amazon, Alvim (1964) recorded between 25-45% of species with distinct rings while Chowdhury (1961) recorded similar percentages for trees of India. Although the number of samples analyzed here is limited, the percentage of plants with distinct rings in Yucatán is comparable to or exceeds those recorded from other tropical environments.

The great diversity of trees in the Yucatán flora raises interesting prospects for growth ring studies, even if the number of trees analyzed in this study is only a small sample of the number of species recorded in Yucatán. For example, the Yucatán flora contains 103 tree species and 30 shrub species belonging to the Fabaceae family (Flores, 2001) but only 19 tree species of this family were analyzed of which ca. 20% have distinct rings and a similar number have moderately distinct rings. Therefore, many more wood anatomy studies are desirable for Yucatán.

Recommendations for future work

Based on the information contained in this monograph we suggest the following strategies for future work.

- Firstly, the continuation of studies with those species with distinct growth rings. In many of these cases growth rings should be annual, but this needs to be proved by dendrochronological techniques. We recommend studies of the following species; *Cordia dodecandra*, *Gymnopodium floribundum*, *Thouinia paucidentata* and *Melicoccus oliviformis*, several species of Fabaceae such as *Acacia*, *Caesalpinia*, *Leucaena*, *Piscidia*, etc., and Meliaceae such as *Trichilia hirta* and *Cedrela odorata* or some Rhamnaceae such as *Karwinskia humboldtiana* and *Colubrina elliptica*. These species could provide data on tree age, forest productivity and paleoenvironmental inferences from tree rings, particularly considering that species like *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Tabebuia rosae*, *Simarouba glauca*, among others are being heavily promoted by the Mexican government and private organizations as plantations for wood. For this purpose it is advisable to conduct parallel studies of cambial activity to define the period during the year when the ring is formed. Determining the annual nature of the growth rings is a mandatory prerequisite for developing dendrochronological studies.

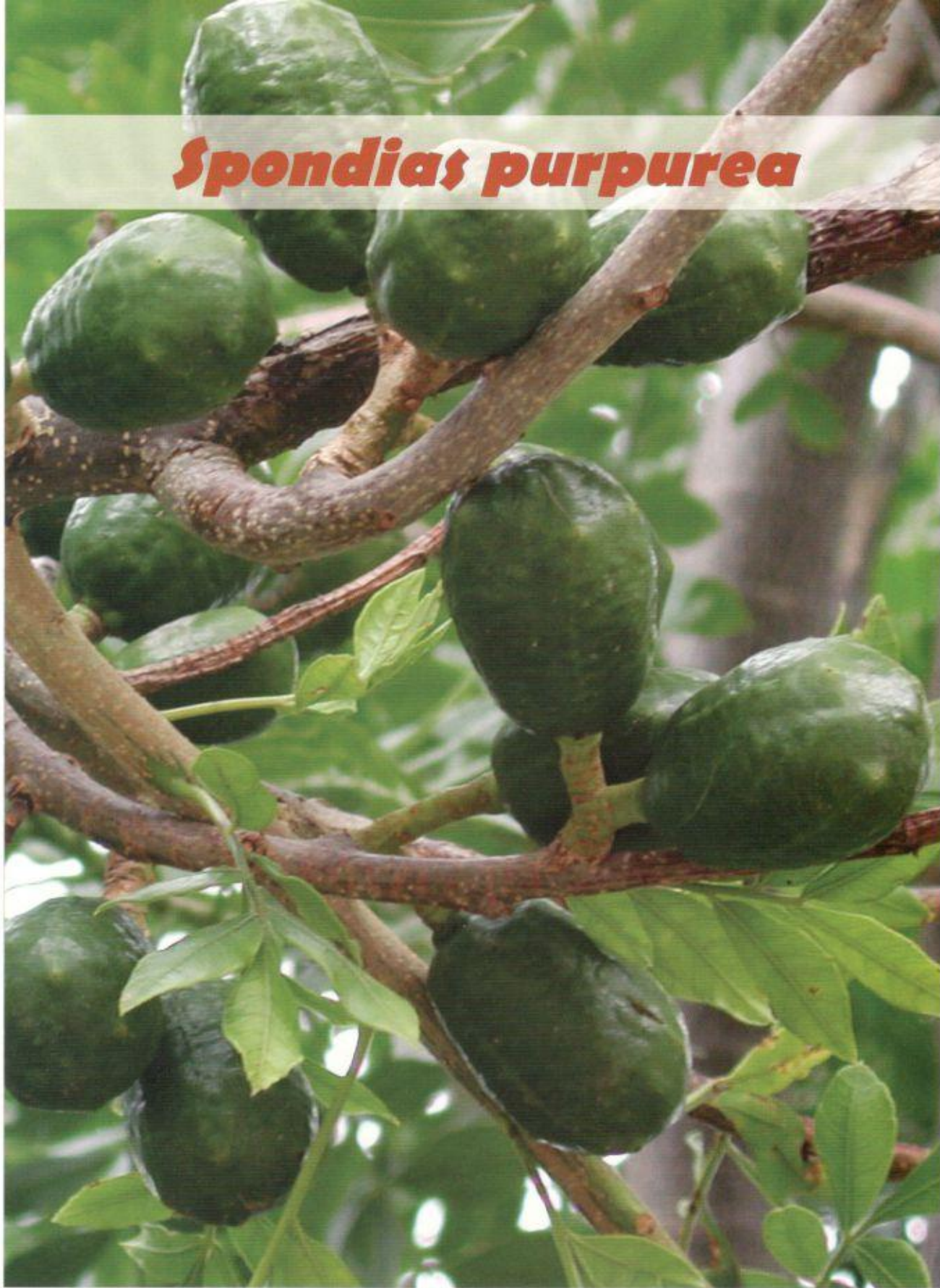
- A second field of application would be related to those species where it is difficult to distinguish the growth rings, but enough information can be derived to estimate biomass production, establishing aspects of forest productivity on a broad scale.
- Extending these studies to examine a larger number of species and also different ecological regions in Mesoamerica.

Descripción de las maderas



Solar en Yucatán. Foto: J. J. Jiménez Osornio

Spondias purpurea



Etimología

El nombre genérico deriva del griego e indica la similitud de los frutos con los del ciruelo (*Prunus domestica* L.).

Nombre Maya

Abal-ak', chak-abal, chi'abal, ixhowen, k'iis, xhowen (Arellano Rodríguez *et al.*, 1992), jocote (Standley, 1930). También se lo conoce en México como ciruelo, ciruela colorada, ciruelo de San Juan.

El árbol

Spondias purpurea L. es un árbol relativamente pequeño que alcanza entre 3 a 15 m de altura, con copa en forma de umbela y follaje disperso. El tronco desarrolla diámetros de 10 a 50 cm, es irregular y a veces presenta proyecciones como verrugas. La corteza es exteriormente de tonalidad gris, eventualmente con fisuras verticales y exfoliaciones en láminas reducidas. Al desprenderse en cualquier parte de la planta se produce el flujo de un exudado acuoso y aromático provenientes de canales secretores. Estos productos, compuestos de terpenos y polisacáridos, son una característica de la familia Anacardiaceae. Las hojas son compuestas, imparipinadas con foliólulos opuestos, de limbo elíptico, ligeramente recurvado, acuminado, discólores y con margen entero a ligeramente serrado. Las flores son pequeñas, rojas y dispuestas en densas panículas. El fruto es una drupa ovoide, color rojo a la madurez.

Distribución y ecología

El abal-ak' es un árbol mesoamericano de gran distribución en las regiones secas (Standley, 1930). Se encuentra en la vertiente del Pacífico y la mitad sur de México. También en Brasil (Cerrado y Caatinga) y norte de Perú. Ha sido introducido como cultivo en otras regiones del neotrópico y trópicos del viejo mundo. Es componente del estrato superior de la selva baja caducifolia, en suelos pedregosos, aluviales y calcáreos (Pennington & Sarukhán, 2005). Se lo suele encontrar en potreros, acahuals, huertos familiares y pastizales. Es planta decidua durante el período de sequía.

Usos

Este árbol es común en el huerto familiar y tiene gran diversidad de usos (Jiménez Osornio *et al.*, 1999). La madera es empleada en construcción de embalajes, pulpa para papel o eventualmente como poste para cerca. Las cenizas de la madera se utilizan en fabricación de jabón. La corteza, hoja, fruto,

Sinonimia: *Spondias cytherea* Sonn., *S. macrocarpa* Engl., *S. mexicana* Watson, *S. mombin* L., *S. purpurea* var. *munita* Johnston, *S. purpurea* var. *venulosa* Engler, *Warmingia pauciflora* Engl.



raíz y exudado son indicados en el tratamiento de variadas afecciones a la salud (Standley, 1930; Arellano Rodríguez *et al*, 2003). El principal destino de esta planta es para consumo del fruto en fresco, deshidratado o encurtido, como jugo o derivando infusiones alcohólicas. También se emplea el follaje como forraje para el ganado y en plantaciones formando cerco de plantas vivas (Cabrera Cano *et al*, 2000).

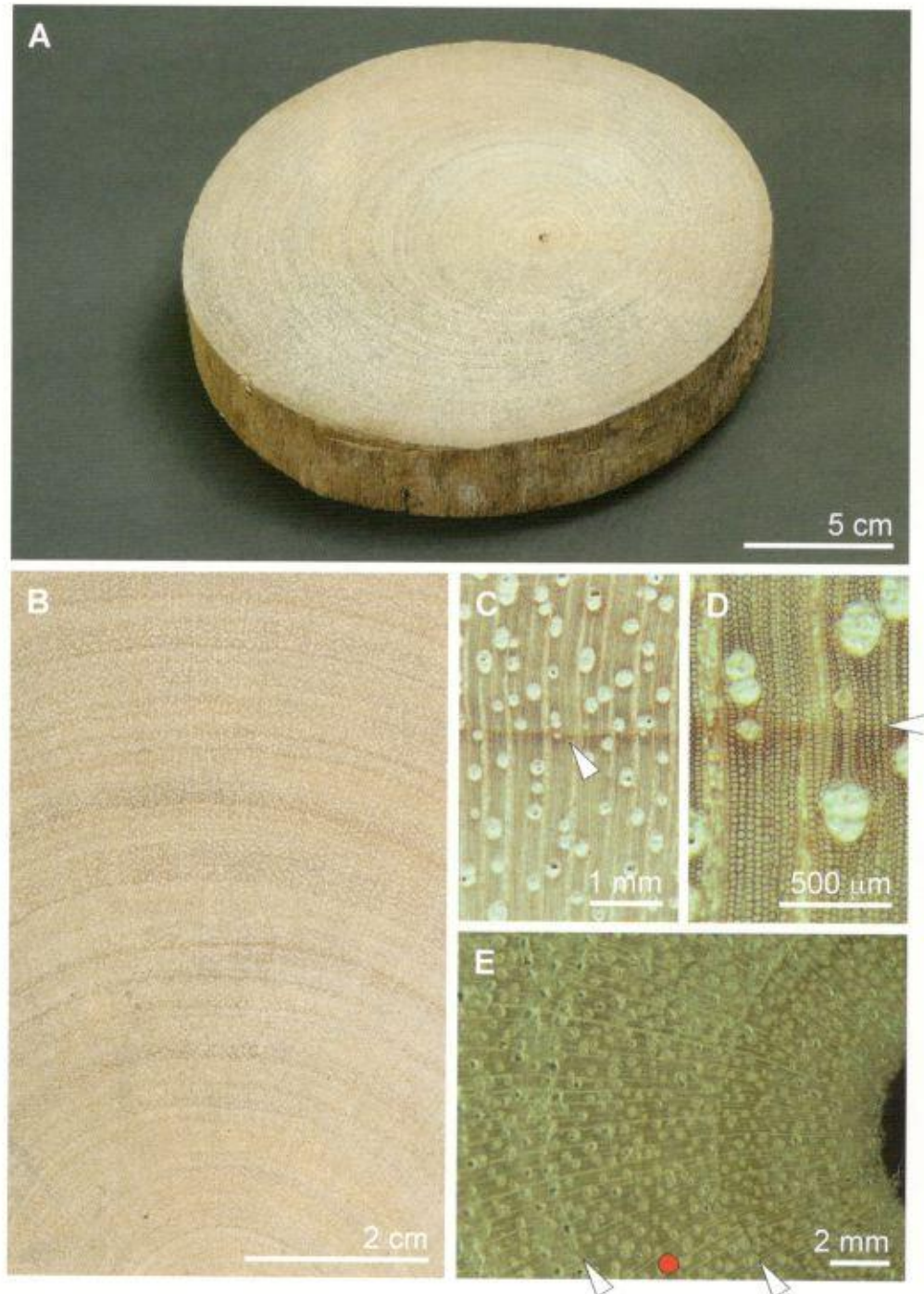
Madera y anillos de crecimiento

La madera del abal-ak' es de color castaño rosado claro a blanquecino, sin diferencia entre albura y duramen (Figura A). Al pulido resulta en superficies relativamente opacas. Es madera blanda y liviana, con densidad de 0,30 g/cm³ (Barajas Morales & Gómez, 1989) y se la trabaja con facilidad, logrando un acabado aceptable.

En el plano transversal de la madera se aprecia que los poros se distribuyen en forma difusa (Figuras B y C). Estos poros son de tamaño medio y presentan un perímetro circular o facetado, esto último particularmente en los vasos de menor diámetro (Figura D). Los poros son relativamente escasos y solitarios o eventualmente agrupados en cadenas radiales cortas de 2 a 3 células. El parénquima axial es escaso y vasicéntrico. Los radios son medianamente gruesos (3-4 seriados). Las fibras constituyen el tejido más abundante y presentan una pared medianamente engrosada (Figura D). Solo las zonas de la madera con coloración más intensa muestran fibras con paredes más engrosadas.

Los anillos de crecimiento son perceptibles, aunque con dificultad, debido al acortamiento radial y aumento en espesor de la pared de las fibras del leño tardío (Figura D, flecha). Los anillos son circularmente uniformes (Figura B). Sin embargo, eventualmente se observan zonas de mayor coloración y densidad por engrosamiento de la pared que no están asociadas al límite estacional del anillo, conformando anillos falsos (Figura E). Este fenómeno puede ocasionar confusión en la identificación de los anillos de crecimiento. Los anillos son fácilmente distinguibles en la madera juvenil, pero hacia la madera madura la distinción se torna dificultosa.

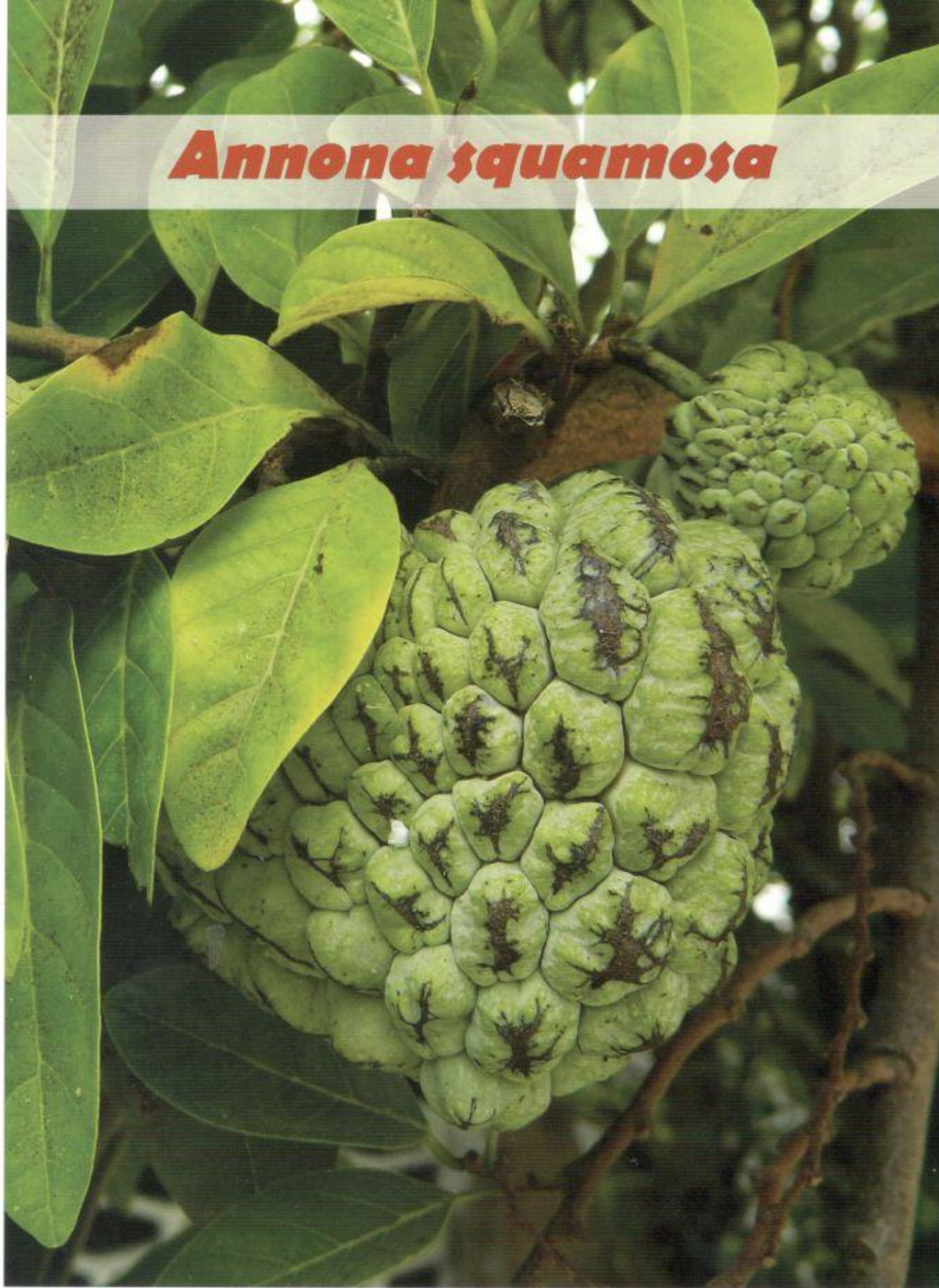
Pocos antecedentes en la literatura indican el potencial dendrocronológico del género *Spondias*. Pumijumnong & Buajan (2012) encontraron que la precipitación anual es el principal factor que influye en la formación de los anillos de *Spondias axillaris* en Tailandia. Acevedo Mallque & Kikata (1994) opinan que *S. mombim* de Perú, forma anillos medianamente distinguibles. También se cita a *Spondias pinnata*, de Filipinas y Tailandia, con anillos de crecimiento (Baguion *et al*, 2010). Valencia Ramos (2011) menciona que *Spondias mombim* tiene anillos de crecimiento distinguibles y en opinión de esta autora tendría potencial dendrocronológico. Barajas Morales & Gómez (1989) no observan anillos de crecimiento en *Spondias purpurea* creciendo en selva baja caducifolia de Chamela, México. Sin embargo Barajas Morales *et al* (1997) encuentran anillos medianamente demarcados en *Spondias radkoferi* de la selva alta perennifolia de Veracruz.



Spondias purpurea. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C, vistas de la porosidad y límites de anillos de crecimiento (flecha). D, detalle de fibras de leño tardío que definen el límite del anillo de crecimiento (flecha). E, anillo falso (punto rojo) entre dos límites verdaderos de anillos de crecimiento (flechas). Madera de Hocabá y Sahcaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con números de colección X-FR 753, 790.

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán

Annona squamosa



Etimología

Annona, del latín, diosa de los viveres, protectora de las cosechas; grano o alimento. El epíteto *squamosa* hace alusión al aspecto escamoso del fruto.

Nombre Maya

Oop, tsalmuy (Arellano Rodríguez *et al*, 1992). Conocida también como chirimoya.

El árbol

Annona squamosa L. es árbol de mediana estatura, entre 10 a 15 m de altura y con tronco corto, sin ramificaciones a la base, que puede alcanzar 40 a 60 cm de diámetro. La corteza es color café con tonalidades del gris, con superficie surcada por finas estrías. La copa es abierta y de irregular ramificación. Las hojas son simples, de 5 a 15 cm de largo y 6 cm de ancho, alternas, aromáticas, elípticas o lanceoladas, de base obtusa y ápice agudo, borde entero y lámina glabra, lustrosa y con nervaduras marcadas. Las flores son solitarias o en grupos, pequeñas y con tres pétalos prominentes blanco-verdosos. El fruto es carnoso y globoso a ovoide, de 5 a 10 cm de diámetro, formado por carpelos ligeramente adheridos entre ellos, exteriormente manifiestos por crestas redondeadas y verdes al madurar. La pulpa es blanca, dulce y aromática.

Distribución y ecología

El oop se distribuye en México desde Michoacán hasta Oaxaca y en toda la Península de Yucatán, hasta Cuba y Centro América. Es árbol de los huertos familiares en Honduras, Belice, Nicaragua, Costa Rica y El Salvador. Ha sido introducido y naturalizado en los demás trópicos del mundo. Crece en regiones de mediana humedad aunque puede crecer también en lugares secos. Es planta decidua durante la estación seca y es heliófila, componiendo la vegetación secundaria asociada al bosque tropical caducifolio y subcaducifolio. Crece entre el nivel del mar hasta 2000 m de altitud, lo cual denota su adaptación a diversidad de condiciones climáticas.

Usos

La madera de *Annona squamosa* es empleada en cajonería u otras aplicaciones de escaso valor comercial. También se la usa como leña. Esta planta también sirve para construir cercos vivos y como planta melífera, aunque su principal aprovechamiento se da por sus frutos, los cuales son comestibles y muy requeridos en los mercados. Por ello, es un árbol cultivado en fincas,

Sinonimia: *Annona asiática* L., *A. cinerea* Dunal, *A. forskahlii* DC., *A. glabra* Forssk., *Guanabanus squamosus* M. Gómez, *Xylopia frutescens* Sieb., *X. glabra* L.



huertos familiares y en plantaciones comerciales (Jiménez Osornio *et al*, 1999). Las hojas son empleadas para disminuir la temperatura corporal y sus semillas tienen también propiedades curativas (Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

Madera y anillos de crecimiento

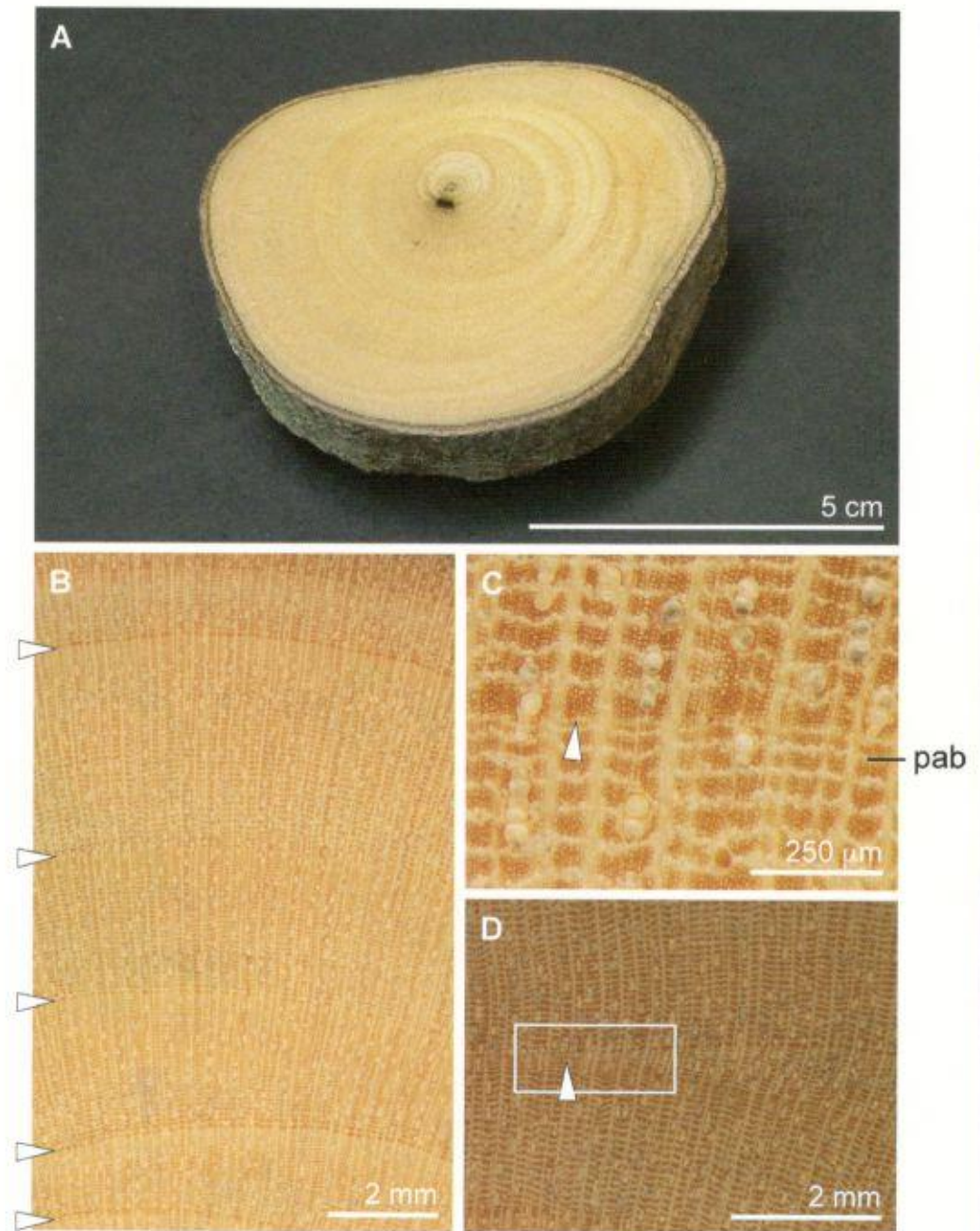
La madera del oop es de color castaño claro con tonalidades del amarillo al ocre, sin diferencias de color entre albura y duramen (Figura A). Es liviana y blanda, con densidad de 0,3 g/cm³, por lo que presenta baja resistencia a la tracción mecánica. Es madera proclive a degradarse por acción de agentes biológicos.

En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa y los poros solitarios, o agrupados en cadenas radiales de 2 a 5 vasos (Figura B). Estos poros son de sección circular o levemente ovalada (Figura C) y presentan un tamaño pequeño (~100 µm). El parénquima axial es paratraqueal, rodeando los vasos con una sola hilera de células, pero también se presenta apotraqueal en bandas abundantes de una o dos células de espesor, conformando con los radios un diseño reticulado. Los radios son relativamente finos y abundantes y las fibras presentan pared de mediano grosor, con leves diferencias de espesor entre lo que se considera leño temprano o tardío (Figura C).

Los anillos de crecimiento son visibles debido a fibras aplanadas radialmente en la zona del leño tardío del anillo (Figura B) y a una fina línea de parénquima marginal. También se presenta una gradual reducción en la separación de las líneas correspondientes al parénquima bandeado a medida que estas se aproximan al límite del anillo (Figura C). En ocasiones estos límites de anillos se pierden localmente conformando anillos en cuña o discontinuos (Figura D), lo que genera dificultades en la determinación exacta de la edad de los árboles.

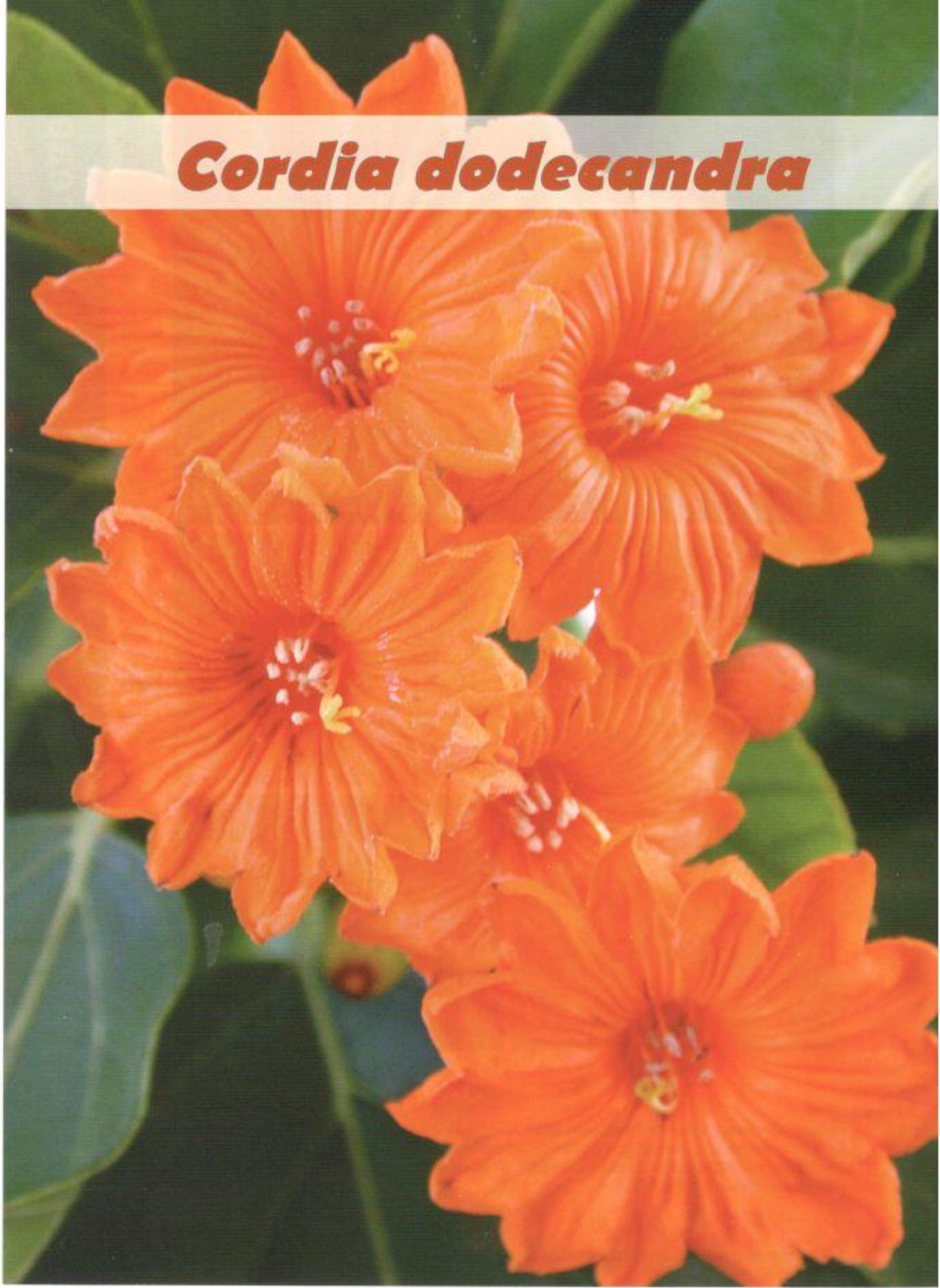
Marcati *et al* (2006 a) indican que algunas anonáceas del bioma Cerrado en Brasil se comportan como árboles semidecíduos y demarcan anillos de crecimiento debido a la condición de sequía que se produce anualmente en esta región. En *Annona coriacea* estos anillos están bien demarcados, pero en *Annona crassiflora* son pobremente demarcados. Según Worbes (2002) algunas especies de Anonaceae (incluida *Annona* sp) de los sistemas de várzea e igapo en Brasil, muestran anillos de crecimiento que podrían ser empleados en estudios dendrocronológicos.

En Centroamérica se desarrollaron cronologías de anillos de crecimiento de anonáceas, indicando un interesante potencial para estudios dendroecológicos. Devall *et al* (1995) determinó que en *Annona spraguei*, especie endémica de Panamá, los anillos de crecimiento son de formación anual, lo cual estaría relacionado a un período seco al año con caída de hojas y detención estacional del crecimiento. Estos autores desarrollaron una cronología de anillos de crecimiento anual de *A. spraguei* cuya variabilidad se correlacionó con las condiciones del clima imperantes hacia el final del período de lluvias. Los antecedentes dendroecológicos en *A. spraguei* deberían ser replicados en otras anonáceas, como el caso de *Annona squamosa*



Annona squamosa, árbol de 20 años de edad. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C y D, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas), parénquima axial y anillo en cuña (recuadro), respectivamente. Madera colectada en Hocabá, Yucatán (04/2003). Madera analizada con número de colección X-FR 761.

Cordia dodecandra



Etimología

El género ha sido dedicado al botánico alemán Euricius Cordus (1486-1535). El epíteto específico deriva del latín y se relaciona al número de estambres (doce).

Nombre Maya

K'opte (Arellano Rodríguez *et al*, 1992). Otros nombres en lengua castellana son siricote, ciricote, ziricote, trompito.

El árbol

Cordia dodecandra DC. es un árbol que alcanza 20 a 30 m de altura, con desarrollo de copa pequeña y abierta, tronco recto y frecuentemente acanalado con contrafuertes hacia la base. Ocasionalmente alcanza diámetros de troncos de 1,2 m. La corteza presenta fisuras y es de tonalidad pardo grisácea. Las hojas son alternas, simples, de 4 a 17 cm de largo y 2 a 5 cm de ancho, de forma elípticas a ovadas, de base oblicua y ápice obtuso, con margen liso a suavemente dentado y limbo superior áspero. Las inflorescencias son panículas terminales de 5 a 15 cm de largo, sosteniendo vistosas flores sésiles con corola y estambres color naranja acentuado. El fruto es una drupa redondeada a cónica, amarilla a la madurez, suavemente ácida y comestible (Pennington & Sarukhán, 2005; Standley, 1930).

Distribución y ecología

El siricote es árbol nativo del sur de México, particularmente de la Península de Yucatán, Belice y Guatemala. Crece en bosques estacionales donde llega a ser un árbol dominante. Es citado para la selva media subcaducifolia y selva baja caducifolia. También integra la vegetación secundaria en áreas bajo recuperación. Es árbol caducifolio.

Usos

La madera es el principal producto aprovechado del siricote. Fácil de trabajar, se logra una aceptable lustre al pulido. Se emplea en fabricación de muebles finos, tornería, carpintería de aberturas y artesanías (Arellano Rodríguez *et al*, 2003). También se utiliza como madera en construcción. Este árbol es cultivado por sus frutos comestibles y para elaborar un jarabe a base del tratamiento de la corteza y madera. La infusión derivada del cocimiento de la madera y corteza es citada para paliar enfermedades que afectan al sistema respiratorio (Rocas, 1986). Es árbol ornamental y fuente de polen y néctar para abejas (Souza Novello, 1981). El siricote es un componente de la fisonomía, estructura y producción agrícola tradicional maya peninsular (Jiménez Osornio *et al*, 1999).

Sinonimia: *Cordia angiocarpa* Rich., *C. heccaidecandra* Loes., *C. dodecandra* Sessé & Moc., *Plethostephia angiocarpa* (Rich) Miers

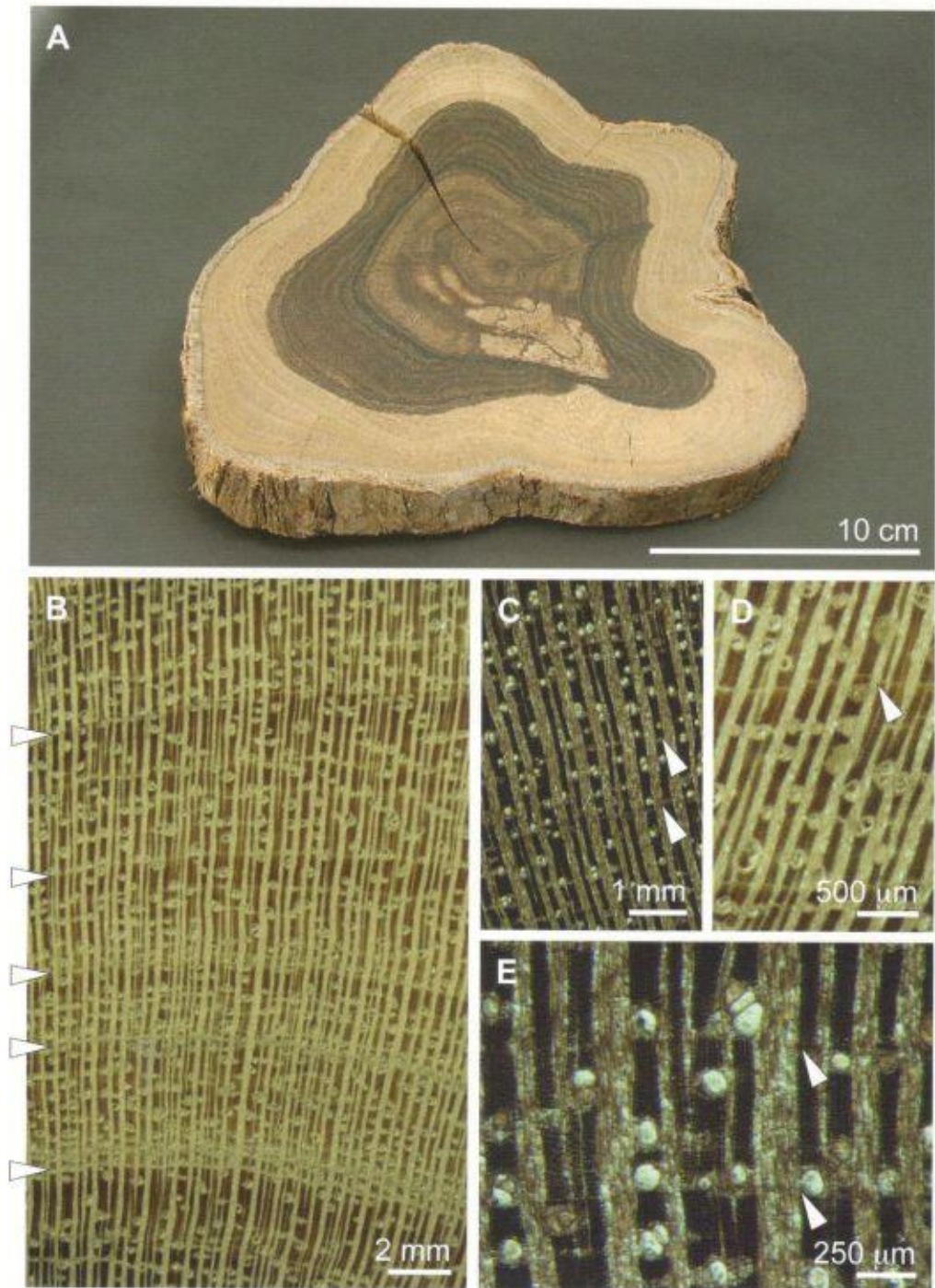


Madera y anillos de crecimiento

La madera del siricote tiene albura castaño clara y duramen castaño rojizo oscuro a negruzco (Figura A). Es madera sin lustre, de textura mediana, dura y pesada con densidad de 0,7 g/cm³ a 0,9 g/cm³. Es moderadamente durable expuesta a la intemperie (Flynn & Holder, 2007). En el plano transversal de esta madera se observa que la porosidad es de tipo difusa (Figuras B, C, D). Los poros son de tamaño medio aunque se presentan en dos clases diamétricas (Figura E). Son de sección redondeada a ovalada, solitarios o agrupados en cadenas radiales o en racimos de 2 a 5 vasos. El parénquima axial es de tipo apotraqueal difuso y paratraqueal vasicéntrico, en ocasiones confluyente. También se presenta como una delgada línea marginal (Figura D). Los radios son medianamente gruesos a finos y en general son muy numerosos por unidad de superficie. Las fibras presentan pared gruesa (Barajas Morales, 1981; Curtis, 2001; Gottwald, 1983).

Los anillos de crecimiento están delimitados por parénquima marginal y por fibras aplastadas radialmente en el leño tardío (Figura E). Los troncos del siricote suelen presentar sección transversal irregular en función de la aparición de costillas o lóbulos (Figura A). Así, los anillos de crecimiento siguen el curso de estas irregularidades y tienden a ser más fácilmente identificables en las áreas de expansión o lóbulos de los fustes.

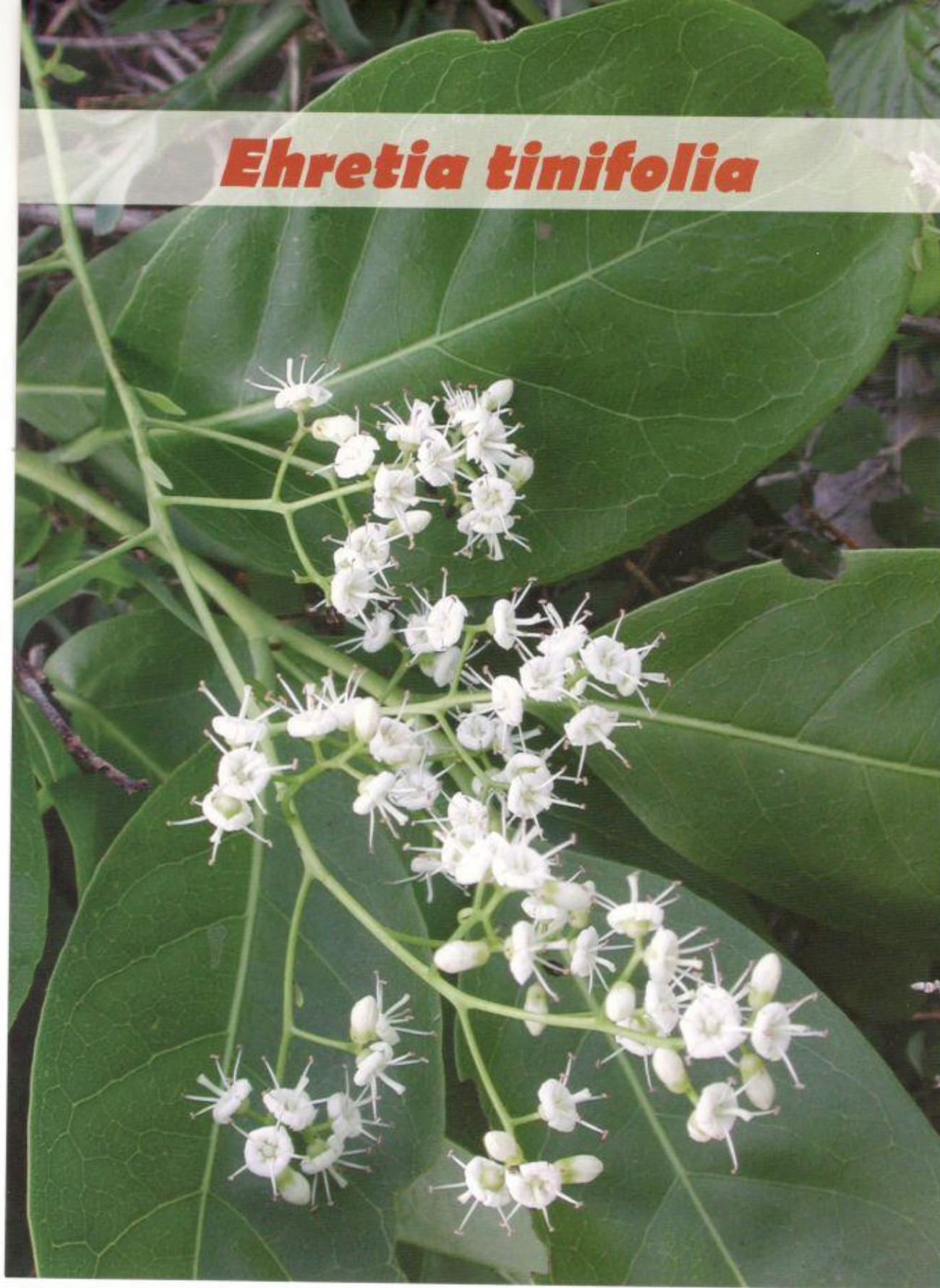
Existe variada información sobre la formación de anillos y características dendrocronológicas del género *Cordia*. Ruiz Garvia (2008) construyó una cronología de ancho de anillos de *Cordia dodecandra* y encontró correlación positiva entre el crecimiento y la precipitación de marzo a octubre. Este árbol pierde el follaje bajo condiciones estacionales de sequía, lo cual estaría vinculado a la formación del anillo de crecimiento. Devall *et al* (1995) determinó que el crecimiento de *Cordia alliodora* (árbol que se extiende desde México hasta Argentina), pierde las hojas con el progreso de la estación seca en el centro de Panamá. Estos autores encontraron variaciones similares en el crecimiento de los árboles, logrando construir una cronología de anillos de crecimiento sensible a la temperatura máxima del aire entre Julio y Agosto y a la precipitación durante octubre del año precedente a la formación del anillo. Galán Larrea *et al* (2011) también encuentra que los anillos de *C. alliodora* de Oaxaca son sensibles a precipitación. Barajas Morales & Gómez (1989) indican que en selva baja caducifolia de Chamela, México, *C. alliodora* presenta anillos de crecimiento distinguibles mientras que *C. elaeagnoides*, *C. dentata*, *C. seleriana*, *C. sonorae* y *C. salvadorensis* presentan anillos inconspicuos. Grissino Mayer (1993) menciona que *Cordia alliodora* y *C. trichotoma* tienen potencial dendrocronológico. En los bosques de Cerrado en Brasil, *Cordia sellowiana* es un árbol semideciduo con anillos de crecimiento demarcados (Marcati *et al*, 2006a). Según estos autores, la formación del anillo debería estar vinculada a una marcada condición de sequía anual que se produce en el Cerrado. *Cordia thaisiana* de la región de Caparo en Venezuela muestra anillos de crecimiento distinguibles (León & Espinoza de Pernía, 1998). Otros autores indican bajo potencial dendrocronológico para especies de *Cordia*. Según Maingi (2006), *Cordia goetzei*, de los bosques riparios de Kenia, presenta dificultades para co-datar anillos. Según Worbes (2002), *Cordia apurensis* de Caparo, Venezuela, no muestra anillos de crecimiento distintivos, aún cuando esta región tiene una fuerte sequía estacional que incide en el crecimiento de las plantas. La delimitación de los anillos de crecimiento en *Cordia dodecandra* y los antecedentes dendrocronológicos logrados para esta especie y para *C. alliodora*, plantea un interesante potencial para desarrollar información dendrocronológica en la Península de Yucatán.



Cordia dodecandra. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas del tipo de porosidad y límites de anillos de crecimiento (flechas). D, parénquima axial marginal (flecha). E, las flechas indican los límites de los anillos de crecimiento. Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Madera analizada con números de colección X-FR 756, 770.

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán

Ehretia tinifolia



Etimología

El género ha sido dedicado al ilustrador botánico alemán Georg Dionysius Ehret (1708-1770).

Nombre Maya

Beek (Arellano Rodríguez *et al.*, 1992). En castellano es llamado roble (Sosa *et al.*, 1985).

El árbol

Ehretia tinifolia L. es un árbol que puede alcanzar un desarrollo de 20 m de altura, formando una copa redondeada y densa. El tronco puede ser cilíndrico o de forma muy irregular por la presencia de surcos longitudinales. Puede formar contrafuertes a la base. La corteza es fisurada a escamosa, de color castaño rojizo a grisáceo. Las hojas son alternas, simples, de hasta 14 cm de largo, elípticas, de margen entero, con base redondeada y ápice agudo. Las inflorescencias se ordenan en panículas terminales, con pequeñas flores de pétalos blancos. Los frutos son drupas pequeñas, color amarillo que cambian al rojo púrpura cuando maduran.

Distribución y ecología

El beek se distribuye en las islas del Caribe, Belice, Honduras, Guatemala y en México se lo encuentra en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán (Standley & Steyermark, 1949; Sosa *et al.*, 1985). Abunda en selva alta y mediana perennifolia, selva mediana y selva baja subcaducifolia, en selva baja caducifolia y como componente de vegetación secundaria, en clima cálido subhúmedo (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). Es árbol perennifolio.

Usos

La madera de beek es utilizada para fabricar muebles, en revestimientos de interior de habitaciones y para fabricar mangos de herramientas. Es también utilizada para leña. Este árbol es muy apreciado como ornamental y es cultivado en huertos o jardines para sombra pero también por sus frutos, ya que son consumidos por la fauna silvestre. Este árbol es considerado como un importante elemento en la fisonomía y estructura de los solares y en la producción agrícola tradicional maya peninsular (Jiménez Osornio *et al.*, 1999). En medicina doméstica, la infusión obtenida del cocimiento de sus hojas es citada para prevenir ciertas afecciones renales (Rocas, 1986). En Yucatán se indica que la corteza molida sirve para cicatrizar heridas (Standley, 1930). Además es planta mencionada como fuente de polen y néctar para abejas (Souza Novello, 1981; Suarez Molina, 1981).

Sinonimia: *Ehretia longifolia* Miers, *Ehretia sulcata* Miers

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



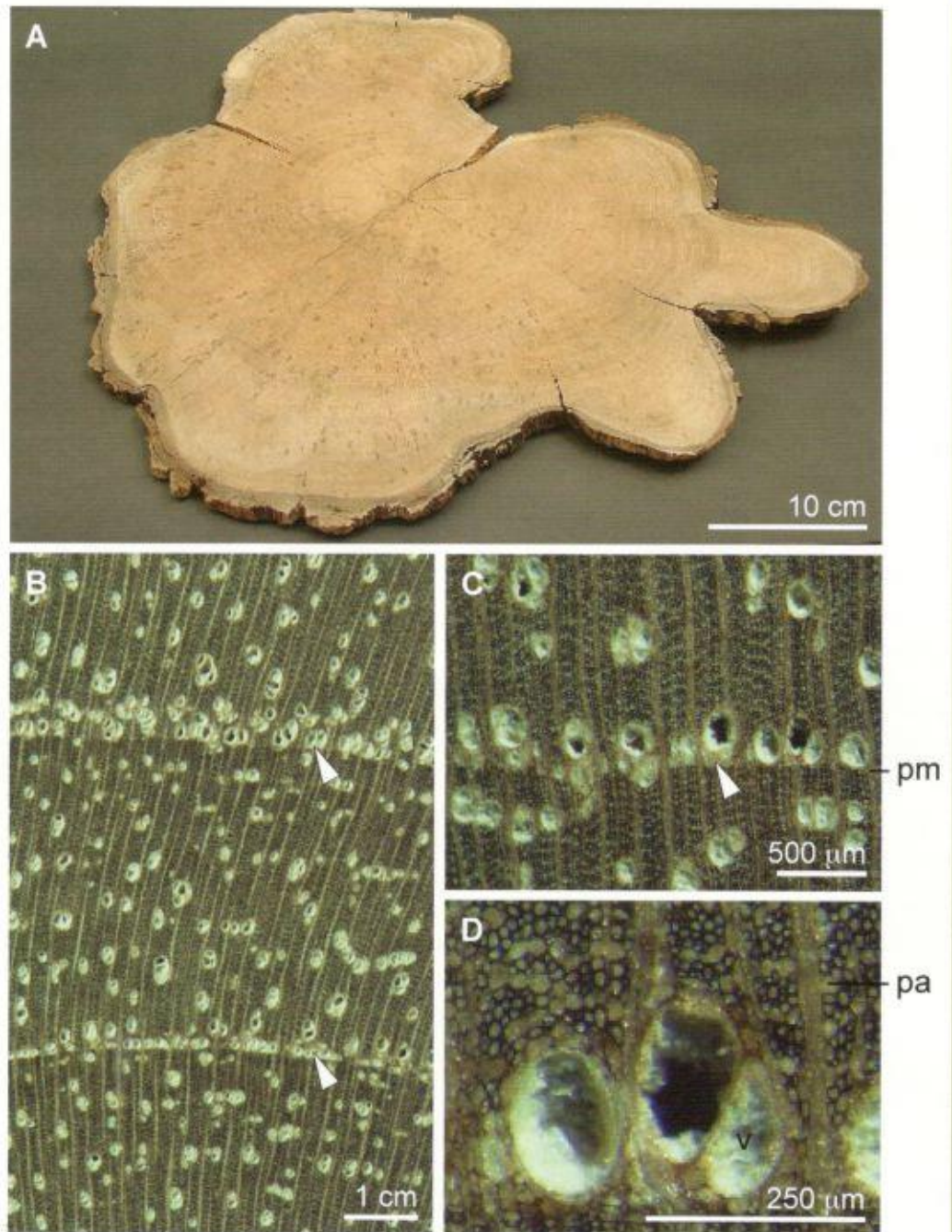
Madera y anillos de crecimiento

La madera de beek es de color castaño amarillento. La albura y el duramen no presentan diferencias de color entre sí (Figura A). No posee olor ni sabor que la caractericen y alcanza un suave lustre al ser pulida (Rebollar & Quintanar, 2000). Es una madera dura y pesada, con densidad de 0,89 g/cm³.

En el plano transversal se observa que la porosidad es de tipo semianular, con vasos solitarios o agrupados en pares o cadenas radiales cortas (Figura B). Estos vasos son moderadamente numerosos y de tamaño medio. El parénquima axial es apotraqueal difuso y en agregados (Figura D). También se presenta como paratraqueal escaso e inicial marginal (Figura C, flecha). Los radios son multiseriados y numerosos. Las fibras tienen paredes medianamente gruesas (Figura D).

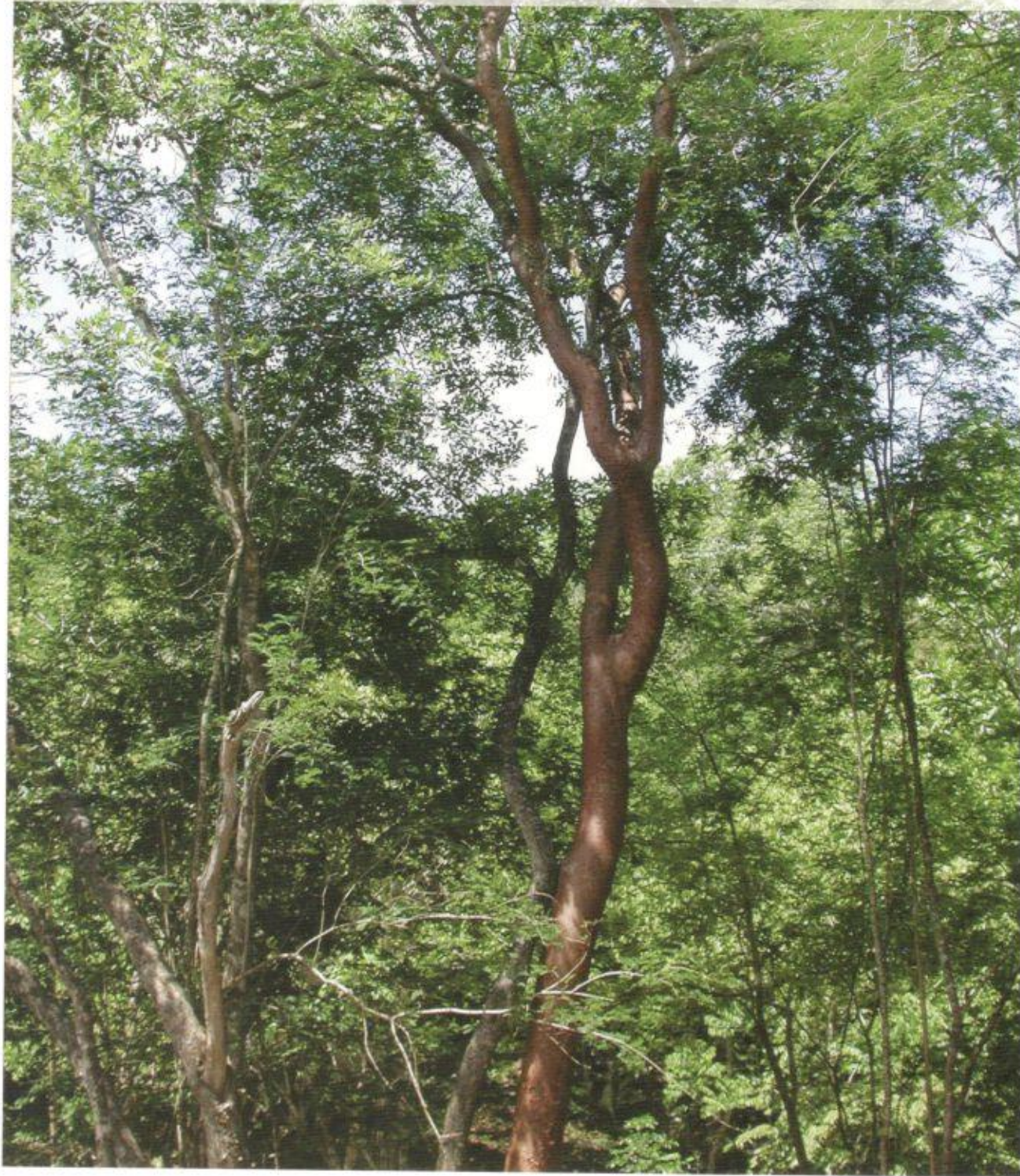
Los anillos de crecimiento se encuentran delimitados por una línea ordenada de vasos acompañada por parénquima marginal al inicio del leño temprano (Figura B y C). En el perímetro circular, los anillos de crecimiento son de irregular trayectoria, lo cual se acentúa en ciertas porciones debido a la formación de costillas o lóbulos en el tronco (Figura A).

Observaciones anatómicas realizadas Rebollar & Quintanar (2000) al analizar maderas de selva mediana subperennifolia del estado de Quintana Roo, México, encuentran que *Ehretia tinifolia* presenta anillos de crecimiento demarcados. Sin embargo, Abundiz Bonilla *et al* (2004) indican que *Ehretia latifolia*, del monte xerófilo de Puebla, México, no presenta anillos de crecimiento distinguibles. Respecto de *Ehretia tinifolia*, no hay aún antecedentes sobre estudios que traten la formación estacional de su madera ni de las propiedades dendrocronológicas que pudiesen derivarse de esta especie.



Ehretia tinifolia. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). C, parénquima axial marginal y límite del anillo de crecimiento (flecha). D, distribución del parénquima apotraqueal. Madera de Hocabá y Sacaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con números de colección X-FR 758, 775, 777.

Bursera simaruba



Etimología

Género (y familia) en honor al botánico alemán Joachim Burser (1593-1639). El nombre específico proviene de simarouba, palabra indígena de las Antillas.

Nombre Maya

Chakah, chakchakah (Arellano Rodríguez *et al*, 1992). Otros nombres con la que es conocida son palo mulato, piocha, chacajiota, huk'up.

El árbol

Bursera simaruba (L.) Sarg. es árbol de hasta 25 m de altura, con tronco que alcanza 80 cm de diámetro y de copa irregular y dispersa. La corteza varía del rojo al verde y hasta pardo, desprendiéndose en láminas papiráceas que revelan capas subsuperficiales verdes y brillantes (Standley, 1930). Las hojas son imparipinadas y miden 15 a 30 cm de largo incluyendo el peciolo. Los folíolos son de forma oval, lanceolados a oblongos, de margen entero, mucronadas y con nervaduras destacadas. Es especie dioica o monoica, con flores fragantes, actinomorfas, de 6 a 7 mm de diámetro, cáliz verdoso y pétalos de color verdoso a crema rosado. Produce flores entre febrero y septiembre. El fruto es una cápsula ovoide con tres valvas, rojizo y dehiscente a la madurez (Pennington & Sarukhán, 2005).

Distribución y ecología

El chakah habita en Florida, las Antillas, ambas costas del centro de México y norte de América del Sur, con precipitación entre 500-1.400 mm/año. En México se encuentra desde Tamaulipas y San Luis Potosí hasta Yucatán y Quintana Roo en la vertiente del Golfo y desde Sinaloa hasta Chiapas en el Pacífico. Pierde sus hojas durante la estación seca que dura 1 a 6 meses. Es planta muy sensible a heladas. Crece en suelos calcáreos pero se desarrolla mejor en suelos aluviales. Se encuentra desde el nivel del mar hasta altitudes de 1.800 m, como ocurre en Guatemala. Es muy abundante como elemento primario o secundario en selva alta y mediana perennifolia, subperennifolia y subcaducifolia y llega a ser dominante en selva baja o mediana caducifolia como ocurre en San Luis Potosí y Tamaulipas.

Usos

B. simaruba es un componente de los solares y la producción agrícola tradicional maya peninsular (Jiménez Osornio *et al*, 1999; Arellano Rodríguez *et al*, 2003). Es madera empleada para construcción de viviendas rurales y canoas, chapas y tableros de partículas, pulpa para papel aunque de regular

Sinonimia: *Bursera bonairensis* Bold., *B. gummifera* L., *B. integerrima* (Tul.) Triana & Planch., *B. ovalifolia* (Schltdl.) Engl., *Elaphrium integerrimum* Tul., *E. ovalifolium* Schltdl., *E. simaruba* (L.) Rose, *E. subpubescens* Rose, *Pistacia simaruba* L., *Tapiria macrophylla* Lundell, *Terebinthus simaruba* (L.) Wight.



calidad (Tamarit, 1996), cajas de empaque, palillos o cerillos. En Yucatán es muy requerida para leña y carbón (Quiroz Carranza & Orellana, 2010). La corteza, hoja y fruto se emplean por sus principios medicinales y la resina como incienso (Medicina Tradicional Mexicana, 2009). Es muy utilizada para establecer cerco vivo y como madera para poste. En Yucatán es utilizada como tutor para pitahaya ya que las raíces adventicias de esta cactácea se fijan fuertemente a su corteza. Se la planta para sombra en caminos rurales y con fines ornamentales. La savia y los brotes tiernos son usados en gastronomía rural. Es citada como importante fuente de polen y/o néctar para abejas (Suarez Molina, 1981).

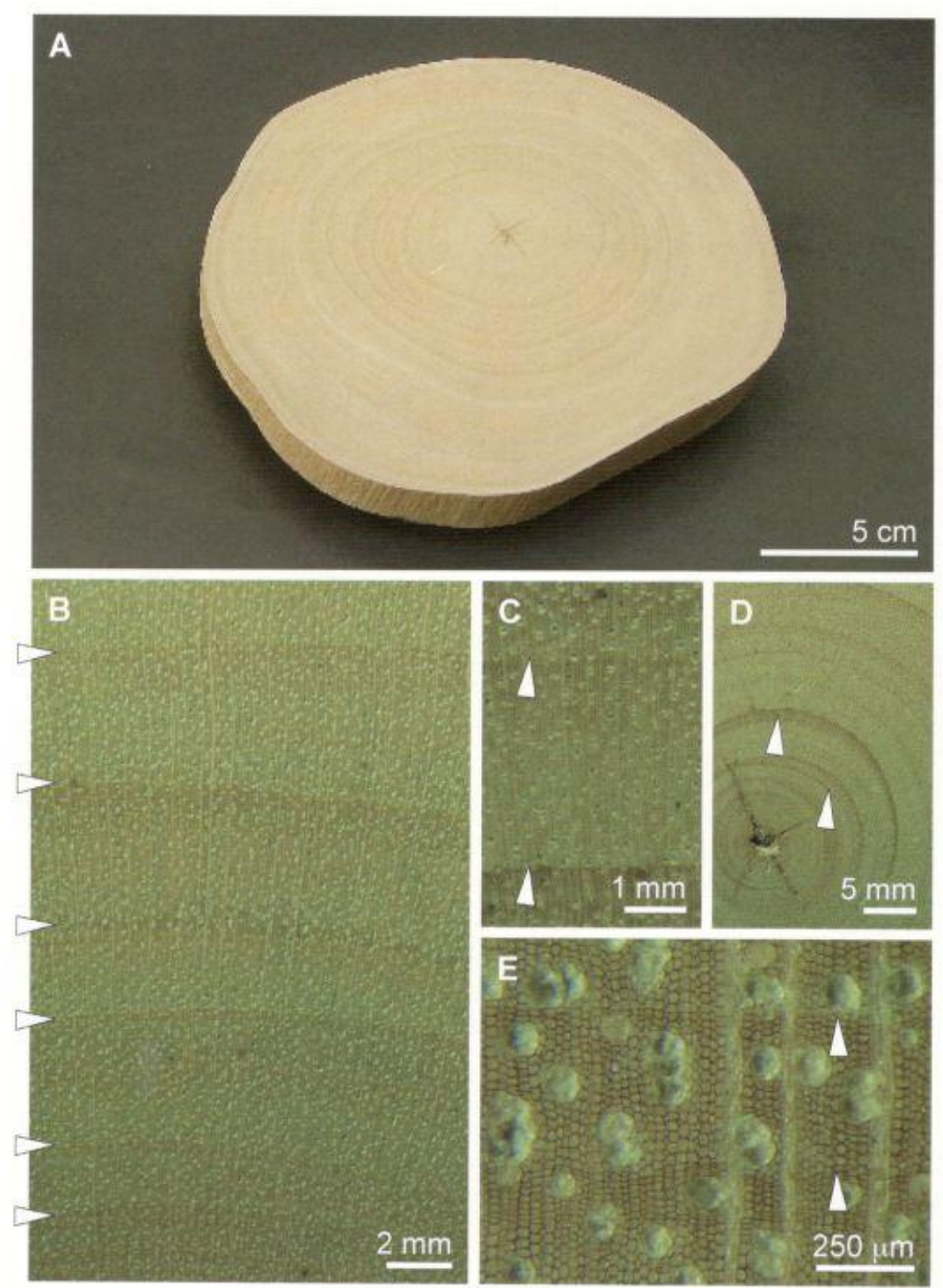
Madera y anillos de crecimiento

En la madera del chakah la albura y el duramen no se diferencian en color. Ambas presentan tonalidad del blanco lustroso al pardo claro (Figura A). No tiene olor ni sabor que la caractericen, es de textura fina, posee un alto lustre y es blanda y ligera, con densidad entre 0,30 g/cm³ y 0,45 g/cm³ (Flynn & Holder, 2007; Tamarit, 1996; Barajas Morales *et al*, 1997), lo que facilita el aserrado, cepillado y su uso en tornería. Es madera proclive a ser atacada por hongos y termitas.

En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa, con poros de tamaño medio, numerosos, de sección angular, principalmente solitarios o en cadenas radiales y en racimos de 2 a 4 células (Figura E). Son poros abundantes por unidad de superficie (Figuras B, C). El parénquima axial es paratraqueal muy escaso y los radios son relativamente gruesos y numerosos. Las fibras tienen paredes delgadas (Figura E; Barajas Morales *et al*, 1997; Pérez Olvera *et al*, 1980).

Los anillos de crecimiento son de difícil distinción a simple vista. Con lupa se observa que están delimitados por fibras con paredes ligeramente aplanadas radialmente y de mayor espesor que en el resto de las fibras del anillo (Figura E). Estos anillos tienen cierta uniformidad circular. Se notan límites falsos dentro del anillo por fluctuaciones en la densidad de la madera debido al aumento del espesor de pared de las fibras (Figura D).

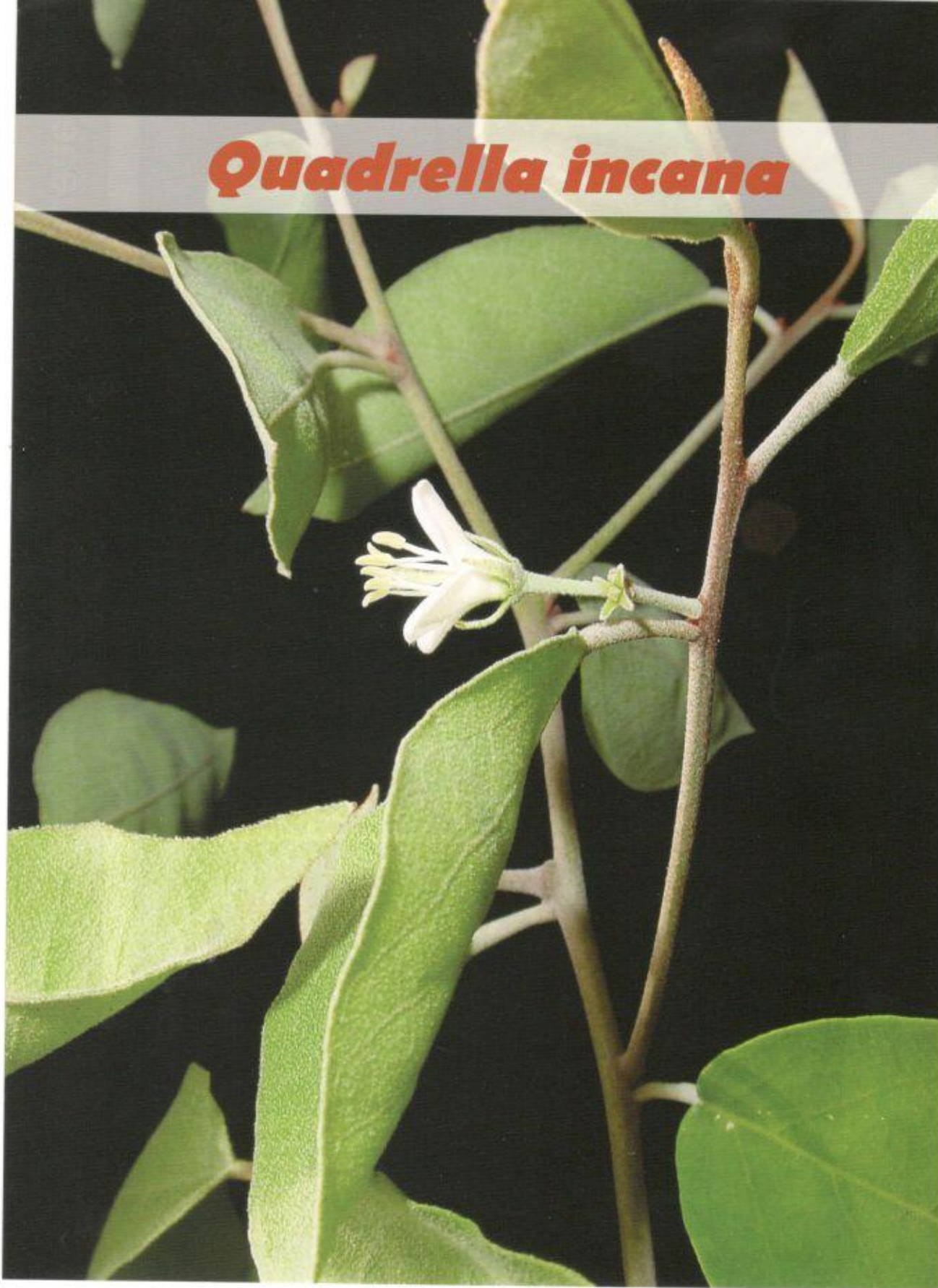
Enquist & Joshua Leffler (2001) encontraron anillos distinguibles en árboles de *Bursera simaruba* de Costa Rica. Valdez Hernández *et al* (2010) indica que *Bursera simaruba* en selva baja caducifolia de Yucatán es árbol decídúo en la estación seca, lo que podría influir en la formación anual de anillos de crecimiento. Grissino Mayer (1993) indica que *B. simaruba* tiene potencial para estudios dendrocronológicos. Rodríguez *et al* (1993, 2005) construyeron cronologías de anillos de crecimiento con *Bursera graveolens* y *B. simaruba*, de los bosques secos del noroeste de Perú, que se correlacionan con la precipitación de verano y con eventos El Niño, responsables de aumentos anómalos en la precipitación. Castillo *et al* (2005) sostienen que *Bursera tomentosa* tiene adaptaciones anatómicas en la madera que le permiten soportar condiciones de estrés en el semiárido de Venezuela. Barajas Morales & Gómez (1989) y Abundiz Bonilla *et al* (2004) indican que *Bursera arborea*, *B. exelsa*, *B. hetersthes*, *B. instabilis*, *B. copallifera* y *B. moreliensis*, creciendo en selva baja caducifolia en Chamela, México, tienen anillos inconspicuos. Sin embargo, *Bursera lancifolia* de la selva baja caducifolia en Morelos, México, muestra anillos anuales con los que se ha podido desarrollar una cronología relacionada a la precipitación estacional de invierno-primavera. (Durán Guerra, 2012)



Bursera simaruba. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C muestran la distribución de poros. C, anillos de crecimiento (flechas). D, fluctuaciones de densidad (flechas). E, detalle de límites de anillos de crecimiento (flechas). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Madera analizada con números de colección X-FR 750, 792, 797.

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán

Quadrella incana



Etimología

Quadrella, deriva del latín y significa quadra, cuadrado; la terminación ella, diminutivo, es en alusión al perianto; el epíteto *incana*, del latín incanus, significa cano, blanquecino, en referencia a la pubescencia de la planta.

Nombre Maya

Ts'itché, tayché, xcoche.

El árbol

Quadrella incana (Kunth) Iltis & Cornejo es un arbusto o pequeño árbol que alcanza 2 a 6 m de altura y cuyas ramitas son finamente pubescentes por pelos en forma estrellada. El tronco tiene corteza color gris, es de superficie levemente agrietada con diseño de fino retículo. Las hojas son simples, pequeñas (3 a 5 cm de largo), de margen entero, lanceoladas a elípticas, con base atenuada y ápice acuminado, pubescentes en el envés y lisas en la cara superior. Las flores son blancas, con pétalos densamente pubescentes. Están dispuestas en inflorescencias con forma de racimo umbeliforme. El fruto es globoso u oblongo, pequeño (1 a 3 cm de largo), de tonalidad amarillo y con aspecto jaspeado debido a que su piel está cubierta por una densa pilosidad (Standley, 1930).

Distribución y ecología

El ts'itché es planta que crece en clima cálido y semiseco, entre 650 y 1100 m de altitud. Ocurre desde Texas (EEUU), México y Centroamérica hasta Nicaragua. En México se encuentra en los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Es planta común en la selva tropical caducifolia, en matorral xerófilo y en vegetación secundaria derivada de estos ambientes. Además, se asocia a la vegetación secundaria en ecosistemas de manglar, sabana y bosque tropical caducifolio.

Usos

Es planta usada como leña y carbón. También indicada como melífera.

Madera y anillos de crecimiento

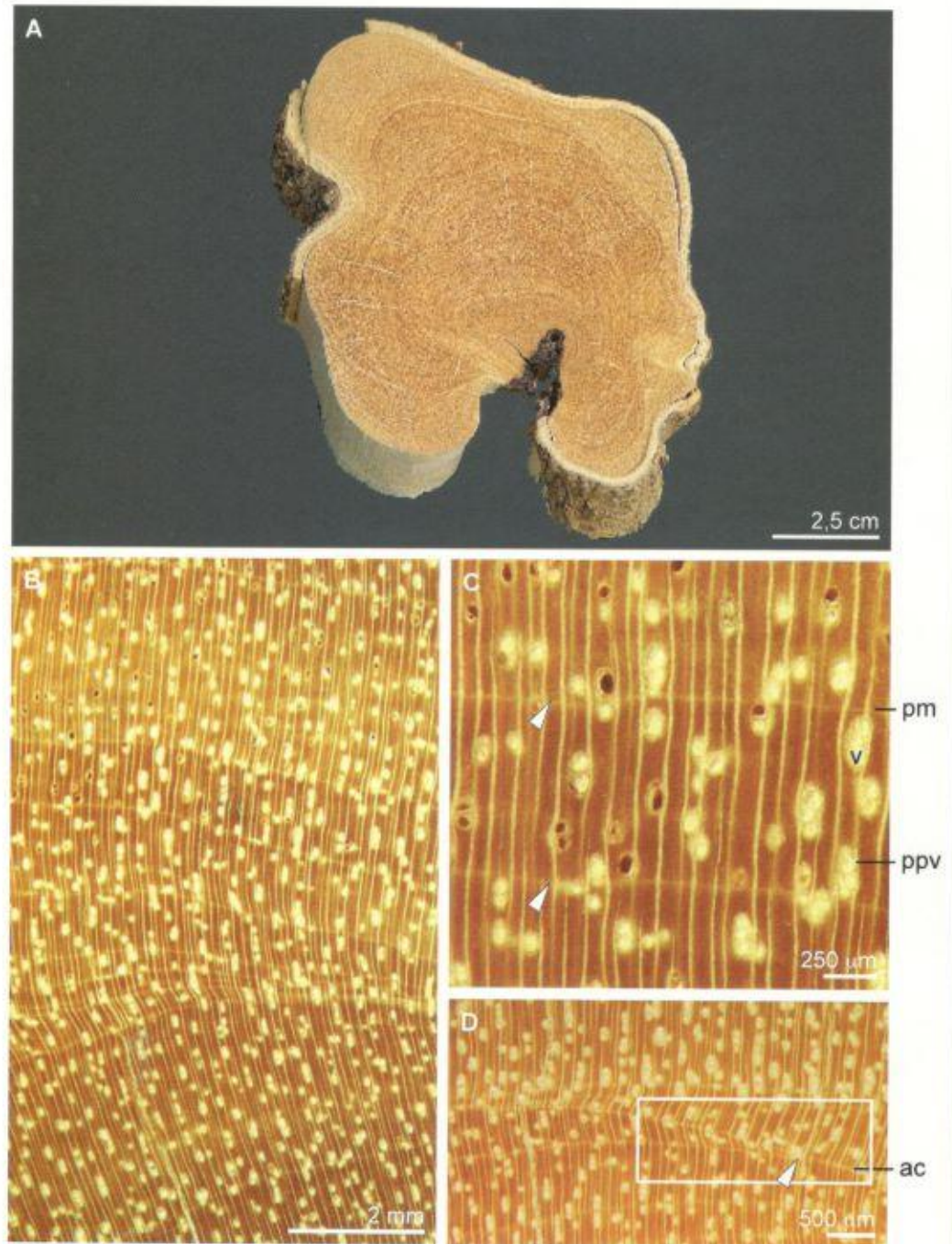
La madera del ts'itché es de color castaño amarillento a rojizo con tonalidades blanquecinas. La albura y duramen no presentan diferencias en el color (Figura A). Es una madera de textura fina, toma buen acabado y buen lustre al pulido. Es algo pesada y dura con densidad de 0,68 g/cm³.

Sinonimia: *Capparis incana* (Kunth), *C. karwinskiana* Schldl., *C. pauciflora* Presl, *Linnaobreynea incana* (Kunth) Hutch., *Octanema incana* (Kunth) Raf.

La porosidad es difusa, con poros pequeños, abundantes y de sección oval (Figura B, C). Estos poros se presentan solitarios o agrupados en cadenas radiales de 2 a 6 células o más (Figura C). Se observan sustancias rojizas que taponan algunos vasos. El parénquima axial es paratraqueal vasicéntrico y también se lo encuentra como finas líneas marginales (Figura C, flechas). Los radios son abundantes y finos. Las fibras tienen paredes muy engrosadas.

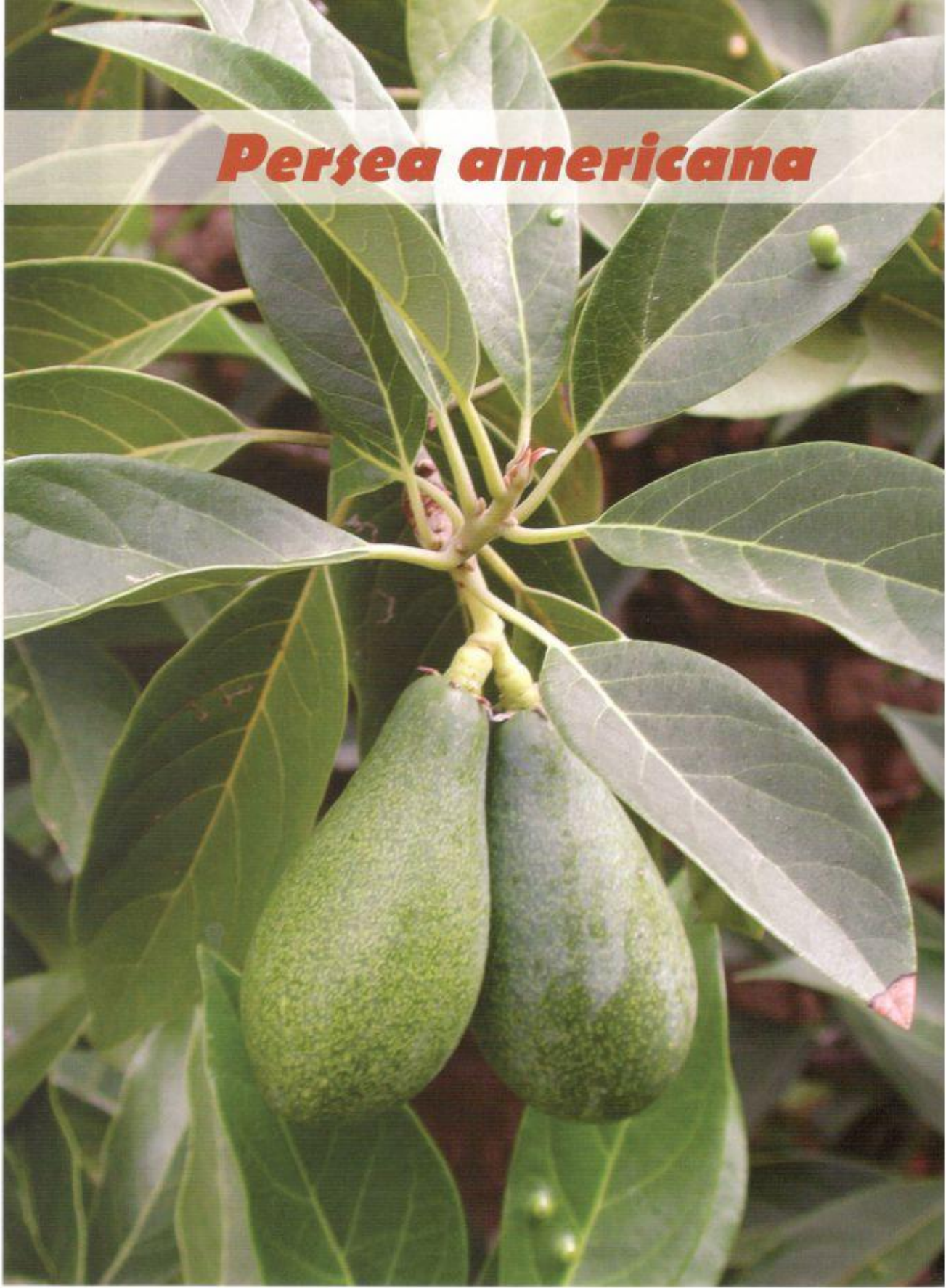
La presencia de parénquima marginal indica el límite del anillo de crecimiento (Figura C). Además, este límite es también marcado por la presencia de leño tardío compuesto por fibras de pared gruesa. Los anillos no tienen uniformidad circular y se observan con frecuencia anillos en cuña o discontinuos (Figura D), lo cual hace particularmente difícil la identificación del límite de los crecimientos anuales y su medición.

Una planta cercana taxonómicamente a *Quadrella incana*, *Capparis indica* de Costa Rica, ha sido indicada por Enquist & Joshua Leffler (2001) como una especie con potencial para estudios dendroecológicos, ya que forma anillos y los mismos pueden ser co-datados. Estos autores encontraron que la variación en el ancho de los anillos de crecimiento se corresponde directamente a la variación de años secos o húmedos. Ramírez & del Valle (2011) construyeron una cronología de ancho de anillos de *Capparis odoratissima* creciendo en la Península de La Guajira en Colombia. La cronología mostró relaciones directas y estadísticamente significativas con las variables climáticas locales, es decir con la temperatura del aire, temperatura superficial del mar, precipitación anual y con índices del fenómeno El Niño. La naturaleza anual de los anillos de crecimiento de *C. odoratissima*, la posibilidad de realizar datación cruzada entre muestras de esta especie y la alta correlación con las variables climáticas locales y globales, son señalados por estos autores como un alto potencial de esta especie para realizar estudios dendrocronológicos. Para *Capparis baduca*, de la selva alta perennifolia de Veracruz, México, Barajas Morales *et al* (1997) no encontraron anillos de crecimiento distinguibles.



Quadrella incana. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento, indicado por la presencia de parénquima axial marginal (flechas). D, detalle de anillo en cuña (recuadro y flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Espécimen analizado con número de colección X-FR 810.

Persea americana



Etimología

El género deriva del griego y es referido a un antiguo vocablo egipcio que identifica un árbol cuyos frutos crecen directamente del tronco. El epíteto específico significa planta de América.

Nombre Maya

On (Arellano Rodríguez *et al*, 1992). También es llamado aguacate o aguacatero, término que procede de *huacatl* (*de la lengua* Náhuatl) y que significa testículo, por la apariencia de este fruto.

El árbol

Persea americana Mill. es un árbol que alcanza 15 a 20 m de altura, con tronco corto de corteza parda, más o menos rugosa. La copa es frondosa, con hojas alternas, simples y enteras, de borde liso, oblongas o elíptico-lanceoladas, de color verde intenso, lisas y coriáceas a la madurez. Las flores son pequeñas, hermafroditas, simétricas, de color verde amarillento, ordenadas en panículas compactas situadas normalmente en los extremos de las ramillas. El fruto es una drupa carnosa, de forma periforme, globular ó elíptica alargada. Su color varía del verde claro al verde oscuro y del violeta al negro, de acuerdo a la variedad. La pulpa es blanda, grasa, de color verde al amarillo (Pennington & Sarukhán, 1998).

Distribución y ecología

El aguacate es planta de América Central, probablemente nativa de México, Guatemala y Honduras. Es un árbol ampliamente cultivado en los trópicos y subtrópicos del mundo. Ha sido introducido en Yucatán (Durán *et al*, 2000). Se multiplica por semillas y las variedades por injertos. No soporta bien las sequías y los vientos rompen fácilmente su quebradiza madera. Es árbol perennifolio.

Usos

La madera del aguacate es fácil de trabajar y tiene estabilidad dimensional. Sin embargo se le dan escasas aplicaciones. No obstante es empleada en tornería y fabricación de pequeños muebles e instrumentos musicales (Rogel, 1982; Guridi Gómez, 1980), previo secado cuidadoso para evitar rajaduras. También se la menciona como potencial proveedora de madera para fabricar pulpa de excelente calidad para papel, en construcción de contrachapados y usos en carpintería (Chudnoff, 1984; Tamarit, 1996; Martínez Pinillos & Martínez, 1996; Fuentes *et al*, 1998). El principal uso del aguacate es para con-

Sinonimia: *Laurus persea* L., *Persea drymifolia* Schtdl. & Cham., *P. edulis* Raf., *P. floccosa* Mez, *P. gigantea* Will., *P. gratisima* Gaertn., *P. leiogyna* Blake, *P. nubigena* Will., *P. paucitriplinervia* Lundell, *P. persea* Cockerell, *P. steyermarkii* Allen.

sumo de fruta en fresco o pulpa procesada en forma de guacamole, con alto valor proteico y vitamínico. También se emplea el fruto en la obtención de aceite para cosmética. Es árbol indicado como melífero y empleado en medicina su fruto, hoja, semilla y corteza.

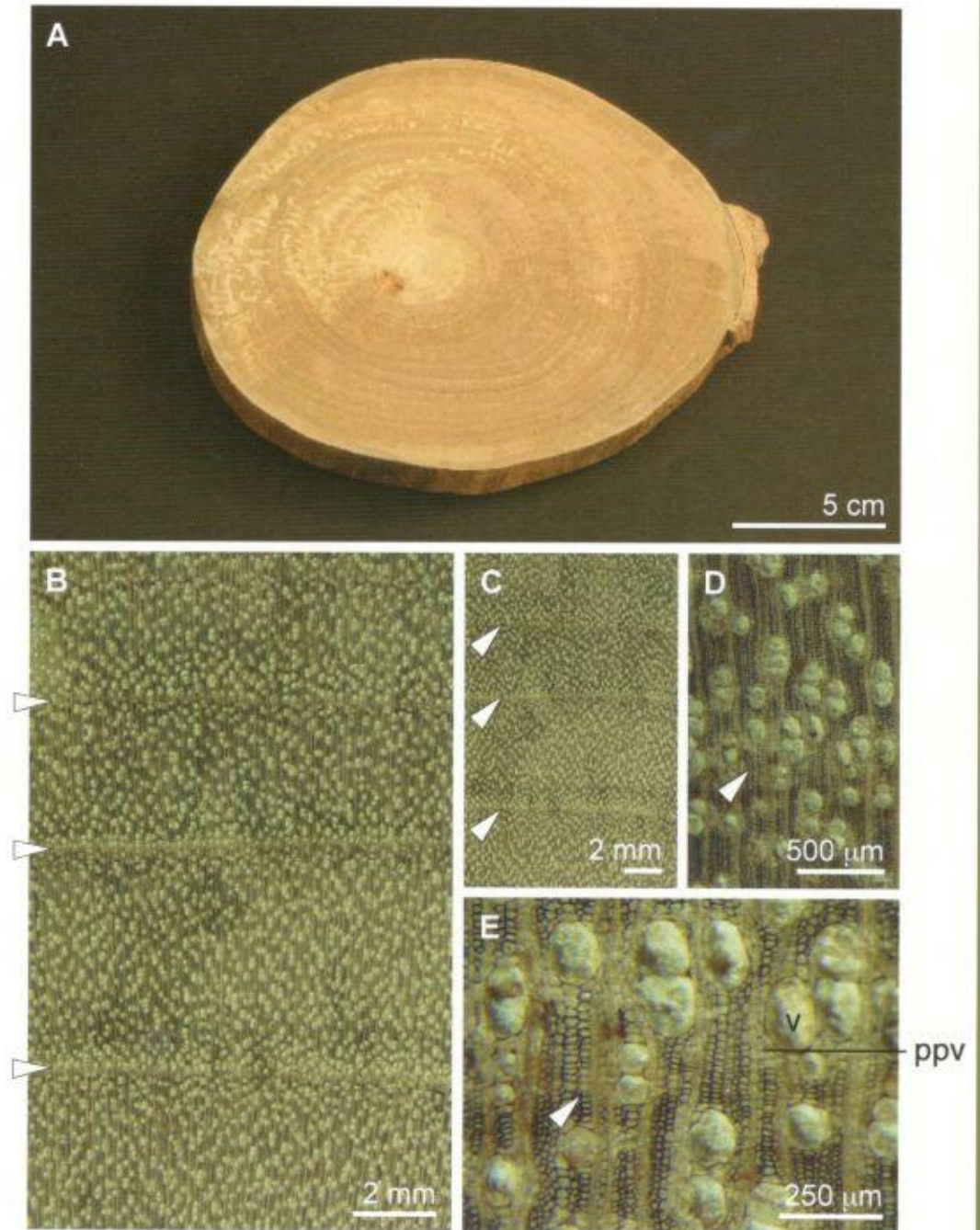
Madera y anillos de crecimiento

Es una madera con albura color crema, a veces muy blanquecina y el duramen con una tonalidad levemente castaño rosado (Figura A). No tiene olor ni sabor que la caractericen, es muy lustrosa y de textura fina. Es una madera blanda y ligera, con densidad relativamente baja de 0,34 g/cm³ (Tamarit, 1996). Presenta poca durabilidad a la intemperie y es susceptible al ataque de termitas.

La porosidad es difusa (Figuras B, C) y se observa que los poros son de tamaño medio, facetados y solitarios o en cadenas radiales cortas de 2 a 4 células (Figura E). El parénquima axial es escaso, paratraqueal vasicéntrico (Figura E). Los radios son numerosos y finos. Las fibras tienen paredes medianamente gruesas (Flynn & Holder, 2007). Algunas de estas características varían de acuerdo a descripciones publicadas (Silva Guzmán *et al*, 1999).

Los anillos de crecimiento se encuentran demarcados por un leño tardío compuesto de fibras con paredes levemente engrosadas y aplanadas en sentido radial y por parénquima inicial abundante que alcanza a rodear casi por completo a los vasos ubicados en el inicio del leño temprano (Figura D). Los anillos se observan uniformes en el perímetro circular.

Peres Chagas (2009) indica que los anillos de crecimiento de *Persea americana* son distintivos por la presencia en el leño tardío de fibras con paredes más engrosadas y radialmente comprimidas y por la reducción en la frecuencia y el diámetro de los vasos. Inviernos secos con déficit hídrico son el principal factor de inducción de eventos fenológicos en los árboles y de la actividad del cambium, con la consecuente formación de anillos de crecimiento en *P. americana*. Este autor menciona que árboles de aguacate analizados en el estado de San Pablo, Brasil, muestran buena sincronización entre las variaciones de los anillos de crecimiento, evidenciando la influencia común de un factor ambiental en el desarrollo de las plantas. Al correlacionar el crecimiento de *Persea americana* con variables climáticas, Peres Chagas (2009) encuentra que este árbol está positivamente correlacionado a la variación de las precipitaciones y negativamente a la temperatura, indicando que el mejor crecimiento se da cuando los suelos están húmedos y la temperatura del aire es relativamente baja. Grissino Mayer (1993) cita a *Persea lingue* y *P. borbonia* como especies con potencial dendrocronológico. Sin embargo, Valencia Ramos (2011) menciona que *Persea areolatocostae*, de la región de Chanchamayo en la selva central de Perú, tiene anillos de crecimiento medianamente distinguibles, por lo que en opinión de esta autora el potencial dendrocronológico de este árbol sería relativo.



Persea americana. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C y D, vistas de la porosidad, anillos de crecimiento y parénquima axial (flechas). E, detalle de la transición entre leño tardío y temprano de dos anillos contiguos (flecha). Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Madera analizada con número de colección X-FR 745.

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán

Mariosousa dolichostachya



Etimología

Mariosousa, en honor de Mario Sousa, primer director del Herbario del Instituto de Ecología de la Universidad Autónoma de México. El epíteto específico deriva del latín *dolichos* = habichuela seca y *stachys* = relativo a planta.

Nombre Maya

Tsalam-ché, k'an tsalam, xaax ché.

El árbol

Mariosousa dolichostachya (S. F. Blake) Seigler & Ebinger es un árbol que alcanza 15 m de altura y desarrolla un tamaño de tronco entre 30 a 40 cm de diámetro. La corteza es de coloración castaño oscuro y desarrolla escamas de forma irregular a rectangulares. Su copa es abierta, con hojas alternas de hasta 25 cm de largo, bipinadas y compuestas por folíolos de inserción opuesta, cada uno con hasta 45 pares de foliólulos sésiles y discolorés. Las flores son sésiles, con cáliz de color crema a verde y se presentan en amentos axilares o menos frecuentemente en grupos axiales de casi 10 cm de longitud. El fruto es una vaina plana, recta y glabra, de coloración amarillo verdoso a castaño claro.

Distribución y ecología

El tsalam-ché es árbol endémico de la Península de Yucatán (Durán *et al.*, 2000; Standley, 1930). Crece en ambientes de selva baja subperennifolia (Pennington & Sarukhán, 2005), sobre suelos someros y drenados de tierras bajas y en áreas bajo regeneración de la vegetación que se establece luego de disturbios. Pierde las hojas avanzada la estación seca.

Usos

La madera del tsalam-ché es empleada como leña y carbón. También se la usa en la fabricación de partes de herramientas, implementos agrícolas y durmientes. Además, es planta usada para construcción de cerco vivo y proporciona polen para abejas (Flores, 2001).

Madera y anillos de crecimiento

La madera del tsalam-ché presenta un fuerte contraste de coloración entre albura y duramen. La albura es de tonalidad cremoso amarillento mientras que el duramen es de color castaño rojizo (Figura A). Es una madera medianamente lustrosa y de textura mediana y es dura y pesada, con densidad de 0,82 g/cm³.

En el plano transversal se observa que los poros son de tamaño mediano, de sección oval a circular y se presentan solitarios y en cadenas radiales de 2 a

Sinonimia: *Acacia dolichostachya* S.F. Blake.

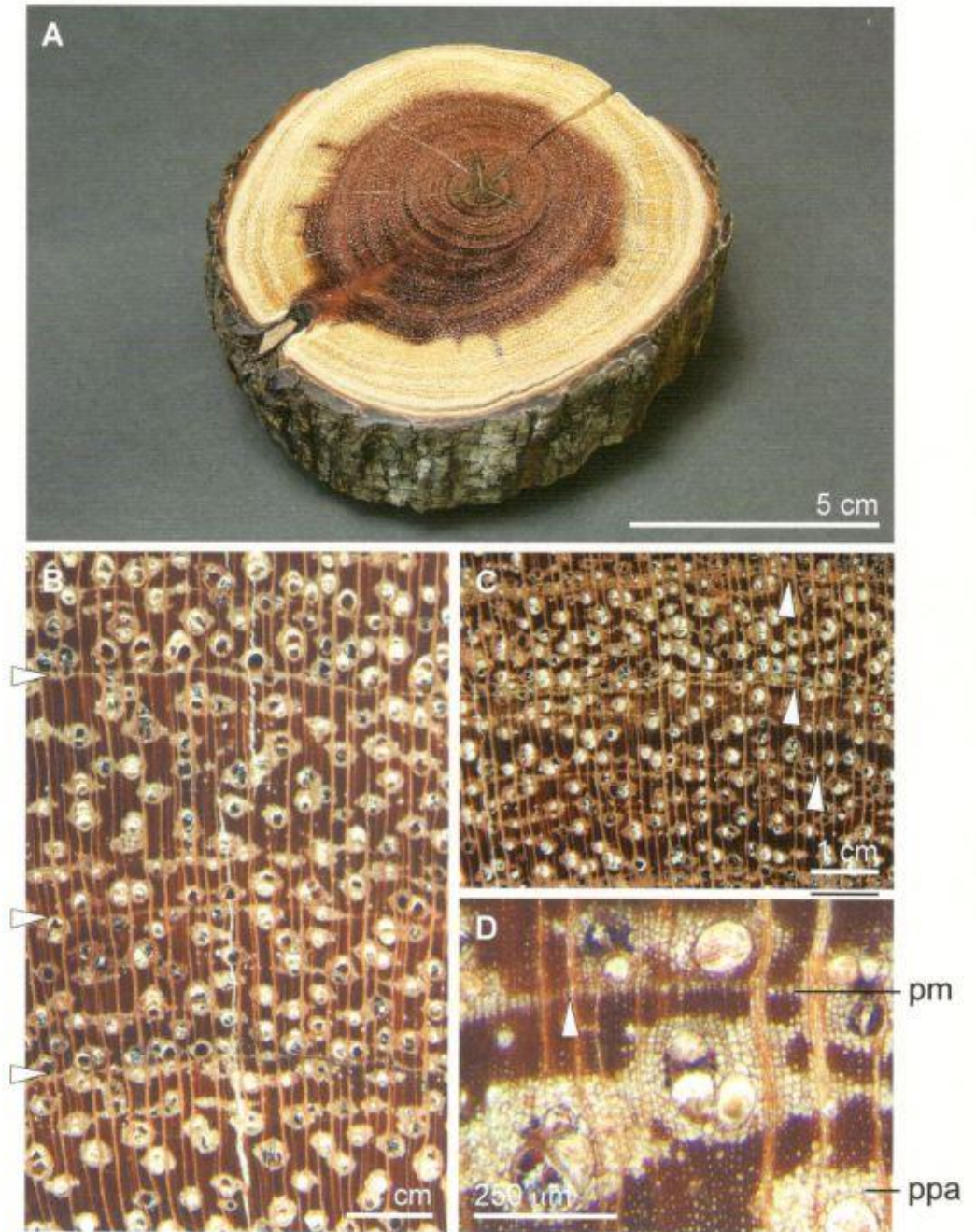
Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



4 células (Figura D). Suelen estar rellenos por una sustancia oscura resinosa. La porosidad es difusa a semianular (Figuras B y C). El parénquima axial es apotraqueal difuso escaso con grandes cristales romboidales incluidos. También se presenta paratraqueal vasicéntrico (Figura D) y aliforme y confluyente abundante, además de marginal, frecuentemente discontinuo (Figura D). Los radios son numerosos, compuestos por 2 a 4 hileras de células. Las fibras presentan paredes muy gruesas.

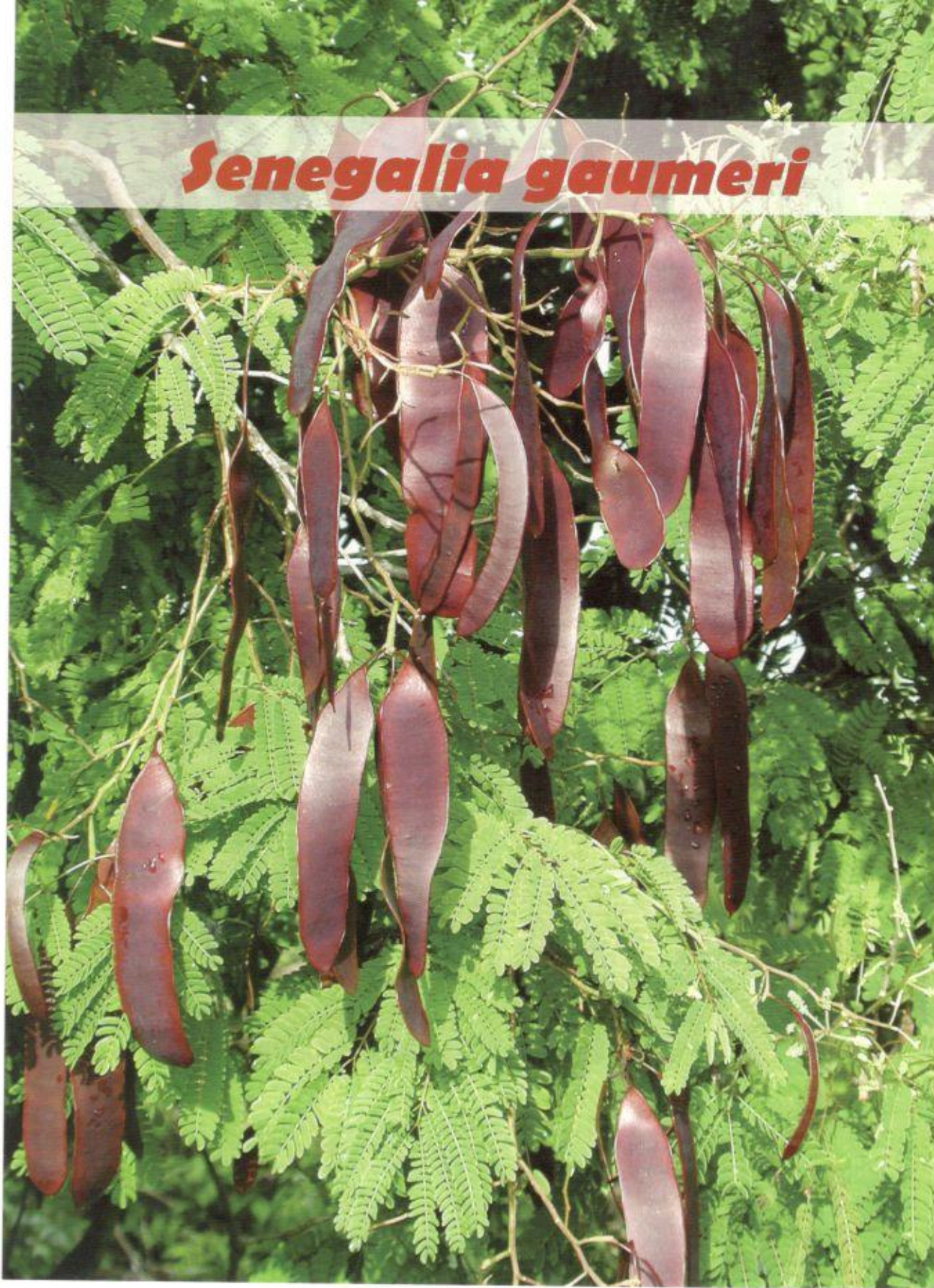
Los anillos de crecimiento se distinguen más claramente a mayor aumento. Están delimitados por la presencia de parénquima marginal (Figuras B, C y D), cuyas células pueden contener cristales de forma rómbica. Los anillos tienen aceptable uniformidad circular, es decir son distinguibles en su recorrido perimetral, aunque en ocasiones esta banda de parénquima axial puede desaparecer localmente conformando anillos en cuña o discontinuos.

No existen evidencias directas sobre las propiedades dendrocronológicas de *Mariosousa dolichostachya*. Sin embargo, para géneros taxonómicamente cercanos al tsalam-ché es posible identificar árboles con potencial dendrocronológico. Algunos ejemplos pueden citarse para el caso del género *Acacia*. Maingi (2006) analizó muestras de madera de bosques riparios en Kenia, Africa, integrados por *Acacia elatior* y *A. robusta* cuyos anillos de crecimiento se demarcan por parénquima marginal. Este autor sostiene que si bien la precipitación es bimodal en la región, las condiciones de sequía durante la disminución de los caudales de ríos entre agosto y septiembre serían responsables de la formación estacional de los anillos de crecimiento en estas regiones semi-áridas. Para árboles de la misma región, Gourlay (1995) comparó el crecimiento anual de *Acacia tortilis* y *A. nilotica* y determinó una alta relación con la variabilidad de la precipitación. Por otro lado, en las tierras bajas de Etiopía, varias especies tolerantes a la sequía como *Acacia senegal*, *A. seyal*, *A. tortilis* y *A. etbaica* han resultado ser interesantes especies para realizar estudios dendrocronológicos (Eshete & Stáhl, 1999; Gebrekirstos, 2006; Gebrekirstos *et al*, 2008; Wils *et al*, 2010). Estas experiencias deberían replicarse para *Mariosousa dolichostachya* en Yucatán.



Mariosousa dolichostachya. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). D, vista de los tipos de parénquima axial paratraqueal y marginal y límite de un anillo de crecimiento (flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Madera analizada con número de colección X-FR 820.

Senegalia gaumeri



Etimología

Senegalia, de Senegal (África). El epíteto específico, *gaumeri*, es en reconocimiento al médico George F. Gaumer (1850-1929), por sus aportes a las exploraciones y colecciones botánicas en Yucatán.

Nombre Maya

box katzim (Arellano Rodríguez *et al*, 1992), kanatzin, katzim

El árbol

Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose puede alcanzar hasta 15 m de altura, con desarrollo de tronco principal generalmente inclinado y corteza que se separa en piezas como tiras o listones longitudinales. Las ramas son numerosas y alargadas, dando un hábito laxo a la copa. Los tallos presentan fuertes espinas. Las hojas son bipinadas, con numerosas pinas y foliólulos pequeños. Las flores se presentan en capítulos globosos o levemente alargados, de color blanco-crema con tintes amarillos, conteniendo estambres numerosos y libres y dispuestas en racimos hacia la extremidad de las ramas. El fruto es una legumbre o vaina recta, plana o algo recurvada en sentido longitudinal, seca y de color rojo a morado cuando inmaduro.

Distribución y ecología

Box katzim es un árbol endémico de la Península de Yucatán (Carnevali *et al*, 2010). Esta planta se encuentra en el matorral de duna costera, en selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia y como componente de la vegetación secundaria que se establece en bordes de caminos, campos de cultivo, etc. Crece bajo diversos climas, desde calido húmedo hasta seco o desértico.

Usos

La madera de Box katzim es dura y considerada como una de las mejores a ser destinada para leña (Quiroz Carranza & Orellana, 2010), carbón y en la obtención de tablas y durmientes. También se la emplea para la construcción de cerco vivo y como forraje para el ganado caprino (Arellano Rodríguez *et al*, 2003). Es planta indicada para proveer polen para abejas (Flores, 2001).

Madera y anillos de crecimiento

La madera presenta un duramen de coloración castaño rojizo oscuro y albura de color castaño amarillento (Figura A). Presenta brillo moderado y una textura mediana. Al ser cepillada y pulida adquiere buen acabado. Tiene olor y sabor que la distinguen (Rebollar & Quintanar, 1998). Es una madera dura y pesada con densidad de 0,84 g/cm³.

Sinonimia: *Acacia gaumeri* S.F. Blake.

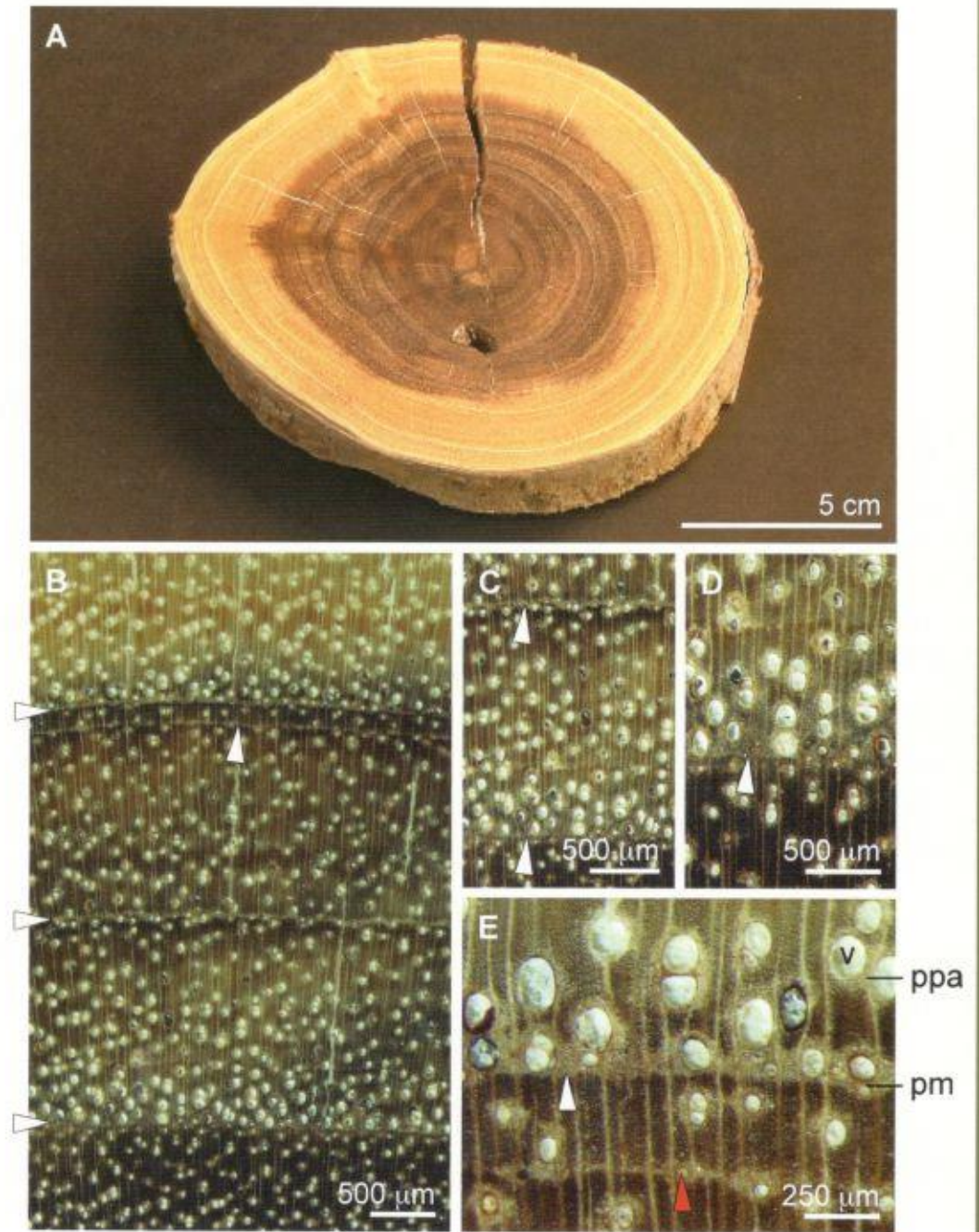
Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



En corte transversal se observa que la porosidad es difusa a semianular (Figura B) y los poros, que son de tamaño medio y sección oval, se presentan principalmente solitarios y en pares o en escasas cadenas radiales de 3 o más células (Figura B, C y D). En ocasiones estos poros se observan en una disposición ligeramente diagonal. El parénquima axial es paratraqueal vasicéntrico, aunque puede presentarse como aliforme y confluyente (Figura E). También está presente como parénquima marginal (Figura E). Los radios son numerosos y finos. El resto de la madera está conformada por fibras de paredes medianamente gruesas en el leño temprano hasta con gruesas paredes en el leño tardío.

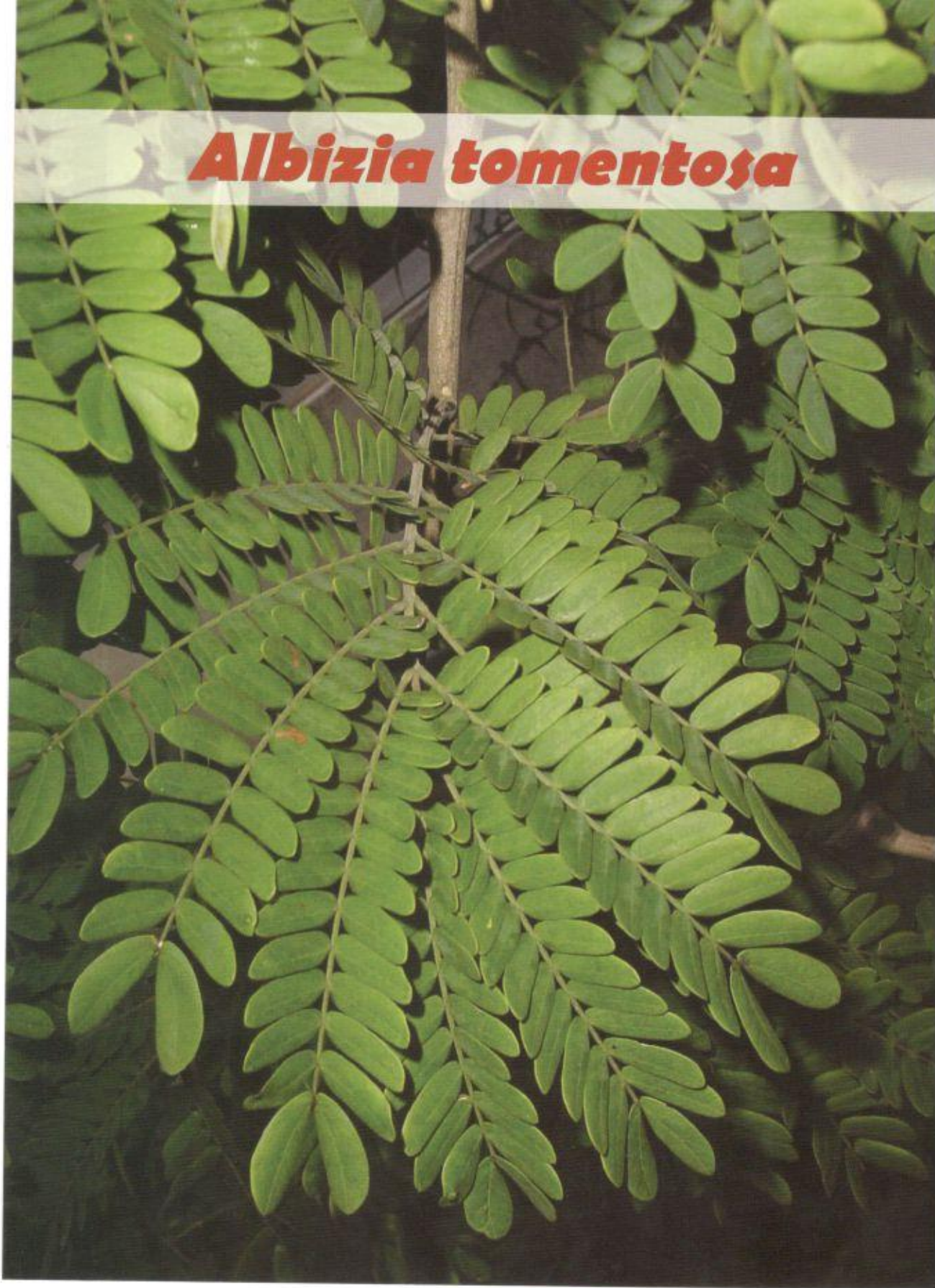
Las zonas de crecimiento se demarcan anatómicamente por la combinación de una fina línea de parénquima marginal y la presencia de poros o vasos de mayor diámetro en la porción inicial del leño temprano (Figura B, C, D y E, flechas). Los anillos tienen una aceptable regularidad circular, aunque en ocasiones desaparecen localmente conformando anillos en cuña. Finas líneas de parénquima tangencial pueden eventualmente simular límites de anillos de crecimiento, los que deben considerarse como límites falsos (Figura E, flecha roja). Este parénquima tangencial se caracteriza por constituir líneas discontinuas y no asociadas a cambios en el diámetro de vasos del leño temprano o a fibras de mayor grosor de pared en zona de leño tardío.

En un estudio realizado en selva baja caducifolia de Yucatán, Valdez Hernández *et al* (2010) encuentran que las diferencias fenológicas en la producción de hojas, flores y frutos están vinculadas a la época de lluvias y a la duración del período de sequía. En este contexto, *Senegalia gaumeri* es decidua durante el período de sequía (marzo a mayo) y produce nuevo follaje al inicio de la época de lluvias (mayo a junio). Por ello podría esperarse que la actividad del cambium vascular, tejido responsable en la formación del anillo de crecimiento, pudiera estar controlado por las mismas variaciones estacionales de la precipitación. Rebolgar & Quintanar (1998) indican que *S. gaumeri* (citada como *Acacia gaumeri*) tiene anillos de crecimiento demarcados por parénquima (marginal) axial. Respecto al potencial dendrocronológico, las mismas consideraciones hechas para *Mariosousa dolichostachya* pueden aplicarse para *Senegalia gaumeri*.



Senegalia gaumeri. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C y D, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). E, parénquima axial paratraqueal y marginal (flecha). Una banda de parénquima tangencial indica un límite falso de anillo (flecha roja). Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Madera analizada con números de colección X-FR 762, 763, 801.

Albizia tomentosa



Etimología

Género dedicado a Filippo del Albizzi, noble florentino del siglo XVIII, de cuyo jardín se describió la primera especie. El epíteto específico *tomentosa* deriva de la palabra latina tomentum, tomento o lo que sirve para rellenar.

Nombre Maya

Xiahtsimin, sak pich.

El árbol

Albizia tomentosa (Micheli) Standl. es un arbusto o árbol de hasta 15 m de altura, con copa redondeada. El tronco presenta corteza de color gris al castaño. Las hojas son compuestas, mayormente bipinadas, entre 20 a 30 cm de largo, con 2 a 8 pinas por hoja conteniendo foliólulos oblongos a elípticos con ápice mucronado y base trunca o redondeada. El pecíolo de la hoja es tomentoso y a su base se ubica una glándula de forma elíptica. Las flores se desarrollan en capítulos agregados en fascículos por sinflorescencia (o sistema de vástagos floríferos producidos a partir de la yema apical del eje embrional) hacia el final de las ramas. El fruto es una legumbre color verde a castaño a la madurez, dehiscente, plana, recta, seca y de ápice redondeado (Rico Arce *et al*, 2008).

Distribución y ecología

El xiahtsimin es una planta que se distribuye en la Península de Yucatán, Chiapas, Jalisco, Tabasco y Veracruz, además de Centroamérica (Belice y Guatemala). Es común en selva alta perennifolia y mediana subcaducifolia como también en áreas de vegetación secundaria y en sabanas. El clima ideal para esta planta es cálido subhúmedo (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). Tolera suelos rocosos, arenosos o arcillosos, ácidos y bajo en nutrientes y resiste a largos periodos de sequía.

Usos

La madera es empleada para construir muebles. También es destinada a leña. Es planta melífera, forrajera y medicinal (Flora Digital Península de Yucatán, 2010; Flores, 2001).

Sinonimia: *Albizia hummeliana* Britton & Rose, *A. hummeliana* Britton & Rose, *A. purpusii* Britton & Rose, *Pithecellobium tomentosum* Micheli



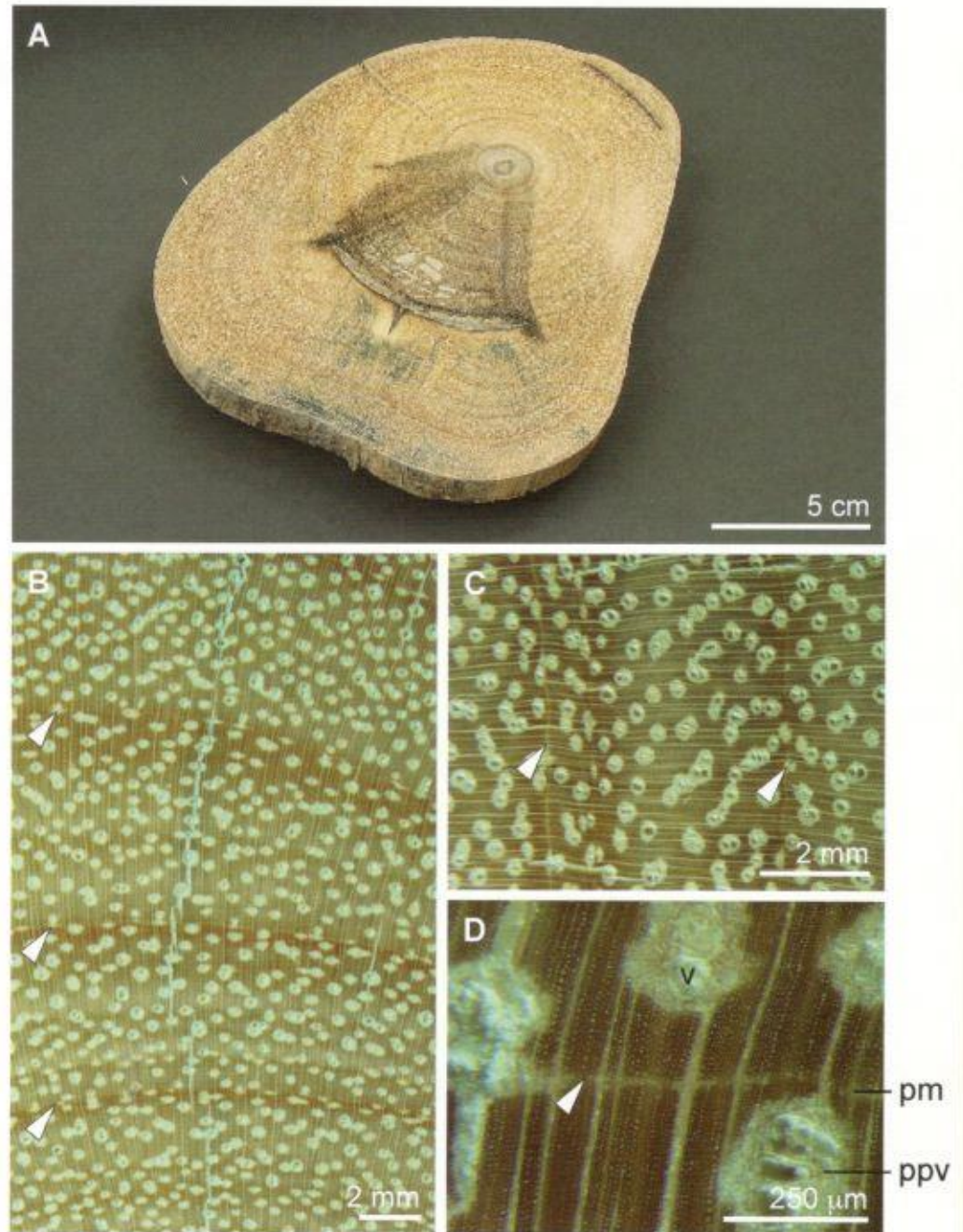
Madera y anillos de crecimiento

La madera del xiahtsimin es de color castaño rojizo a castaño amarillento, con poca diferencia de color entre albura y duramen, siendo la primera de tono ligeramente más claro (Figura A). Es de textura mediana a fina y toma buen acabado al ser pulida. Es madera algo dura y pesada, con densidad de 0,78 g/cm³.

Presenta porosidad difusa (Figura B), con poros de tamaño mediano, de forma oval a circular, principalmente solitarios y escasos agrupados en cadenas radiales cortas de 2 a 3 vasos. El parénquima axial es de tipo paratraqueal vasicéntrico, en ocasiones aliforme y confluyente (Figura C, D). También se presenta como parénquima marginal, conformado por una fina línea continua en la circunferencia del tallo (Figura D). Los radios son finos y abundantes por unidad de superficie y las fibras presentan pared gruesa.

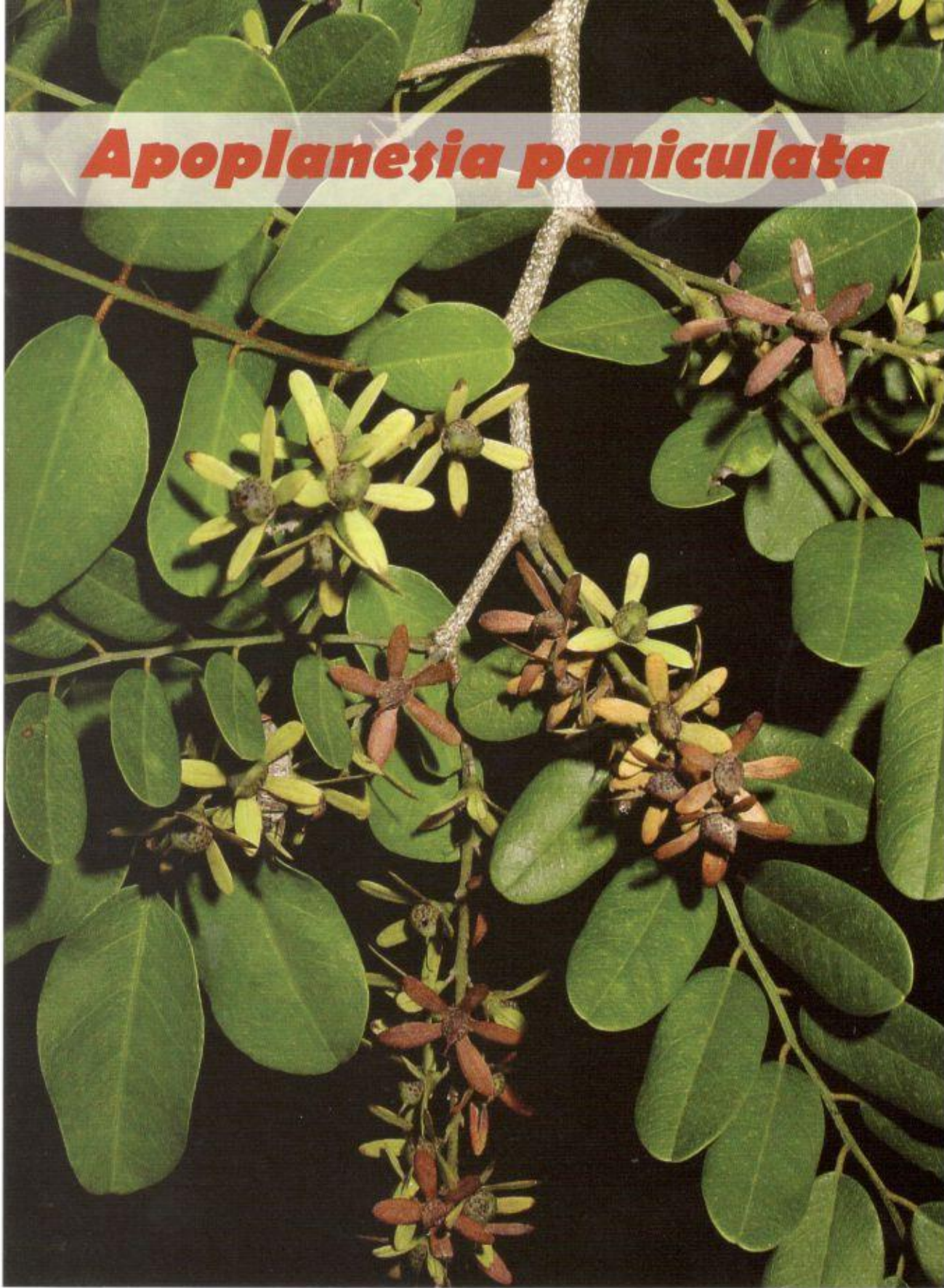
Los anillos de crecimiento se distinguen por la combinación de una zona de leño tardío con paredes de fibras aplanadas radialmente, lo que le confiere a esta zona una coloración más oscura respecto al resto del leño y también por la presencia de una línea delgada de parénquima axial marginal (Figuras B, C y D, flechas). Estos anillos tienen una aceptable uniformidad circular, aunque también se presentan algunos discontinuos.

Escasa es la literatura que trata sobre propiedades dendrocronológicas de las especies del género *Albizia*. Según Maingi (2006) los árboles de *Albizia gumifera*, creciendo en bosques de ribera en Kenia, Africa, presentan una serie de dificultades en la identificación de los anillos de crecimiento, particularmente aquellos ubicados más próximos a la medula, por lo que es difícil co-datar series de anillos obtenidas de radios de un mismo árbol, debido en parte a la presencia de anillos localmente ausentes. Valencia Ramos (2011) menciona que *Albizia carbonaria*, creciendo en las selvas de Chanchamayo en Perú, no tiene anillos de crecimiento distinguibles, por lo que en opinión de esta autora no tendría potencial dendrocronológico. Baguion *et al* (2010) indican que árboles de *Albizia procera* y de *Albizia odoratissima* procedentes de Filipinas y Sri Lanka respectivamente, tienen anillos de crecimiento distinguibles siendo que ambas especies se desarrollan en regiones donde se produce una marcada y larga sequía anual. Una serie cronológica provisoria construida con muestras de *Albizia lebbbeck*, procedente de la India, ha demostrado variaciones en el crecimiento que son coincidentes con el Índice de Oscilación Sur, lo que sugiere que pueden ser empleadas en estudios dendrocronológicos.



Albizia tomentosa. A, vista de la sección transversal de un tronco principal con una mancha central producida por la acción de un hongo. B y C, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). D, detalle del parénquima axial marginal (flecha). Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 772.

Apoplanea paniculata



Etimología

Apoplanesia, del griego apoplanesis = aberración, descarriar, en referencia a la estructura floral, inusual en las Papilionoideae, de presentar cinco pétalos libres en el borde de un hipanto. El epíteto específico *paniculata*, deriva del latín paniculus, por tener inflorescencias en panícula.

Nombre Maya

Cholul, kiik-che.

El árbol

Apoplanesia paniculata C. Presl. es árbol que puede alcanzar hasta 24 m de altura. La corteza del tronco se desprende en finas escamas longitudinales. Las hojas son alternas, imparipinadas, divididas en 5 a 8 pares de folíolos, los cuales son oblongos, de borde entero, ápice redondeado a delicadamente mucronado, glabros y con numerosos puntos glandulares negros en el envés. Las flores son blancas y se agrupan en inflorescencias racimosas tipo espiga. El fruto es un tipo de legumbre, con una sola semilla.

Distribución y ecología

El cholul es árbol de restringida distribución a la región de la costa Pacífica entre México y Guatemala. En México se distribuye en la costa del Golfo, Península de Yucatán, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca. Habita en selva caducifolia, selva media sucaducifolia y vegetación secundaria. Habita en clima cálido, semicálido y templado, entre los 20 y 1000 m de altitud. Es árbol caducifolio.

Usos

La madera del cholul es fácil de trabajar y atractiva para ser empleada en tornería y pequeños muebles, aunque debido a su escasa presencia no es muy utilizada. Es muy resistente a la descomposición. Standley (1930) cita el uso de esta madera por los mayas para fabricar arcos. Es árbol citado como importante fuente de polen y/o néctar para abejas (Souza Novello, 1981) También empleado para construcción de cerca viva, obtención de extractivos y como combustible (Flores, 2001).

Madera y anillos de crecimiento

El cholul tiene una madera con duramen color chocolate, con vetas de color más oscuro a casi negro y que presenta un acentuado contraste con la albura, la cual es de color castaño claro a blanquecino (Figura A). Presenta lustre poco acentuado y es madera muy dura, pesada y compacta, con densidad de 0,94 g/cm³ (Barajas Morales, 1985).

Sinonimia: *Eysenhardtia olivana* Saff., *Microlobium glandulosum* Liebm.

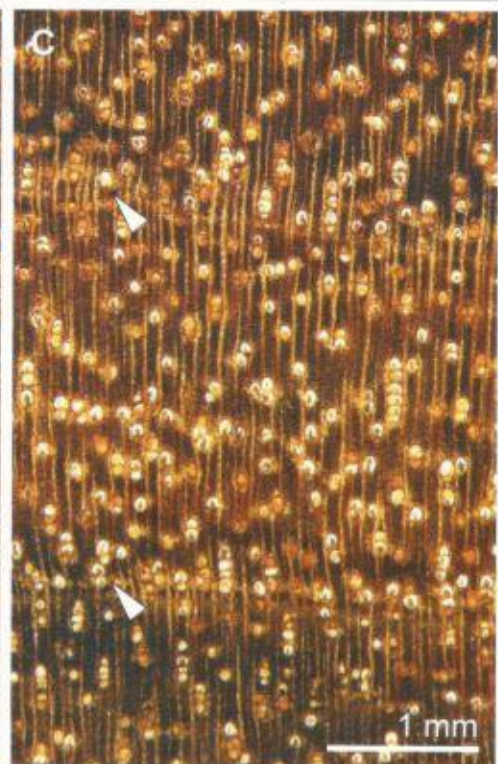
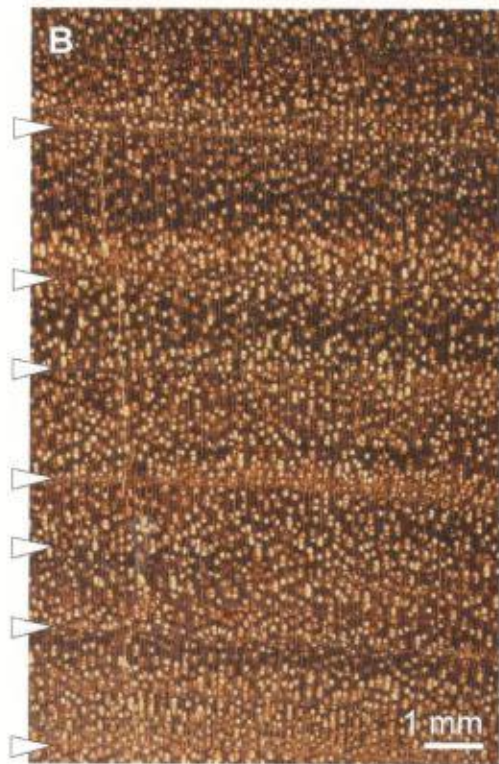
Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



La porosidad es difusa y en algunas áreas presenta tendencia a semianular. Los poros son de diámetro pequeño y abundantes por unidad de superficie (Figura B, C). Son de sección levemente oval y se presentan solitarios o agrupados en cadenas radiales de 2 a 5 vasos (Figura C). El parénquima axial es escaso, paratraqueal y vasicéntrico. También está presente como una fina línea marginal (Figura C, flechas). Los radios son finos y numerosos. Las fibras presentan paredes muy gruesas.

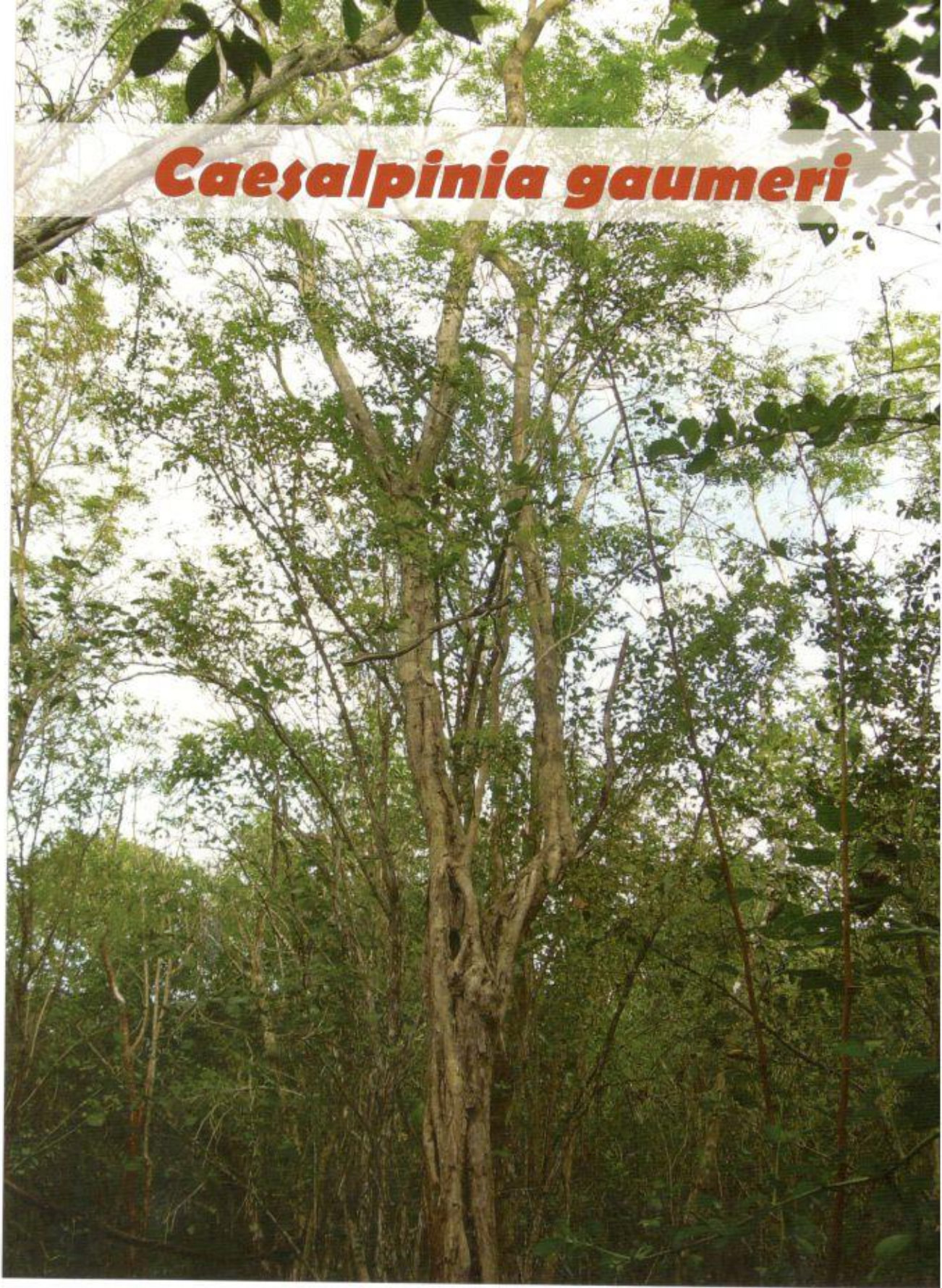
Los anillos de crecimiento del cholul se perciben a simple vista, pero con dificultad (Figura C, flechas). Estos anillos tienen una aceptable uniformidad circular. Mediante una lupa se puede observar el límite del anillo de crecimiento que está determinado por la combinación en el leño tardío de fibras con paredes engrosadas y ligeramente aplanadas en sentido radial y por la presencia de una fina línea de parénquima marginal.

En selva baja caducifolia de Yucatán, Valdez Hernández *et al* (2010) observaron que *Apoplanesia paniculata* pierde el follaje durante el período de sequía (marzo a mayo) y produce nuevo follaje al inicio de la época de lluvias (mayo a junio). Estos autores indican que este comportamiento fenológico podría modificarse si los árboles se encuentran en lugares con agua a profundidad cercana, como el caso de los árboles creciendo cerca de cenotes. Esta vinculación entre los períodos secos/húmedos y los cambios fenológicos observados en *A. paniculata* (pérdida de hojas) podría extenderse a la hipótesis de que el cambium vascular activa sus mecanismos reproductivos en relación a la disponibilidad hídrica en los suelos. Esta vinculación podría comprobarse mediante estudios dendrocronológicos.



Apoplanesia paniculata. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, vista de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). C, detalle del límite del anillo de crecimiento por una banda de parénquima axial marginal (flechas). Madera de Hocabá y Sahcaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con números de colección X-FR 759, 765, 782, 788.

Caesalpinia gaumeri



Etimología

Caesalpinia, dedicada al médico y botánico italiano Andrea Cesalpini (1519-1603). El epíteto específico, *gaumeri*, es en reconocimiento al médico George F. Gaumer (1850-1929), por sus aportes a las exploraciones y colecciones de la flora de Yucatán.

Nombre Maya

Kitinche', kitamche', kitimche', xkitimche' (Arellano Rodríguez *et al.*, 1992). Otro nombre en castellano, palo jabalí.

El árbol

Caesalpinia gaumeri Greenm. es un árbol relativamente pequeño, de hasta 12 m de altura y tronco de 40 cm de diámetro, de contorno irregular, generalmente con perforaciones axiales y corteza con placas que se exfolian longitudinalmente. Su copa es laxa y sostiene hojas compuestas bipinadas, con folíolos glabros, de corto pecíolo, ovoideo-asimétricos y borde liso. Las flores son pediceladas, amarillas, vistosas, perfumadas y ordenadas en racimos. Tienen simetría bilateral, con un pétalo central sobresaliente con manchas color naranja. Florece entre marzo y abril. Los frutos son vainas aplanadas de color pardo-amarillo, brillantes, finamente pubescentes y conteniendo semillas amarillo verdosas (Pennington & Sarukhán, 2005).

Distribución y ecología

El kitinche' es una especie restringida al NE y E de la Península de Yucatán, en los estados de Campeche y Quintana Roo (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). También en las Antillas y Belice. Se encuentra este árbol en la selva baja y caducifolia y selva mediana subcaducifolia y subperennifolia (Pennington & Sarukhán, 2005). Es planta subcaducifolia que crece en clima cálido húmedo a subhúmedo y seco (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

La madera de *C. gaumeri* es preferida para la construcción de casas estilo maya en Yucatán (Interián Ku, 2009). También es citada la utilidad de la madera para leña (Quiroz Carranza & Orellana, 2010) y para producir carbón. En medicina popular, una molienda de raíces en caliente se aplica en la zona de mordedura producida por cerdos. Tiene potencial uso como planta ornamental, para construcción de cerca viva y es citada como importante fuente de polen y/o néctar para abejas (Souza Novello, 1981; Flores, 2001).

Sinonimia: *Caesalpinia guanensis* (Britton) León, *Poincianella gaumeri* (Britton & Rose) Greenm, *P. guanensis* Britton



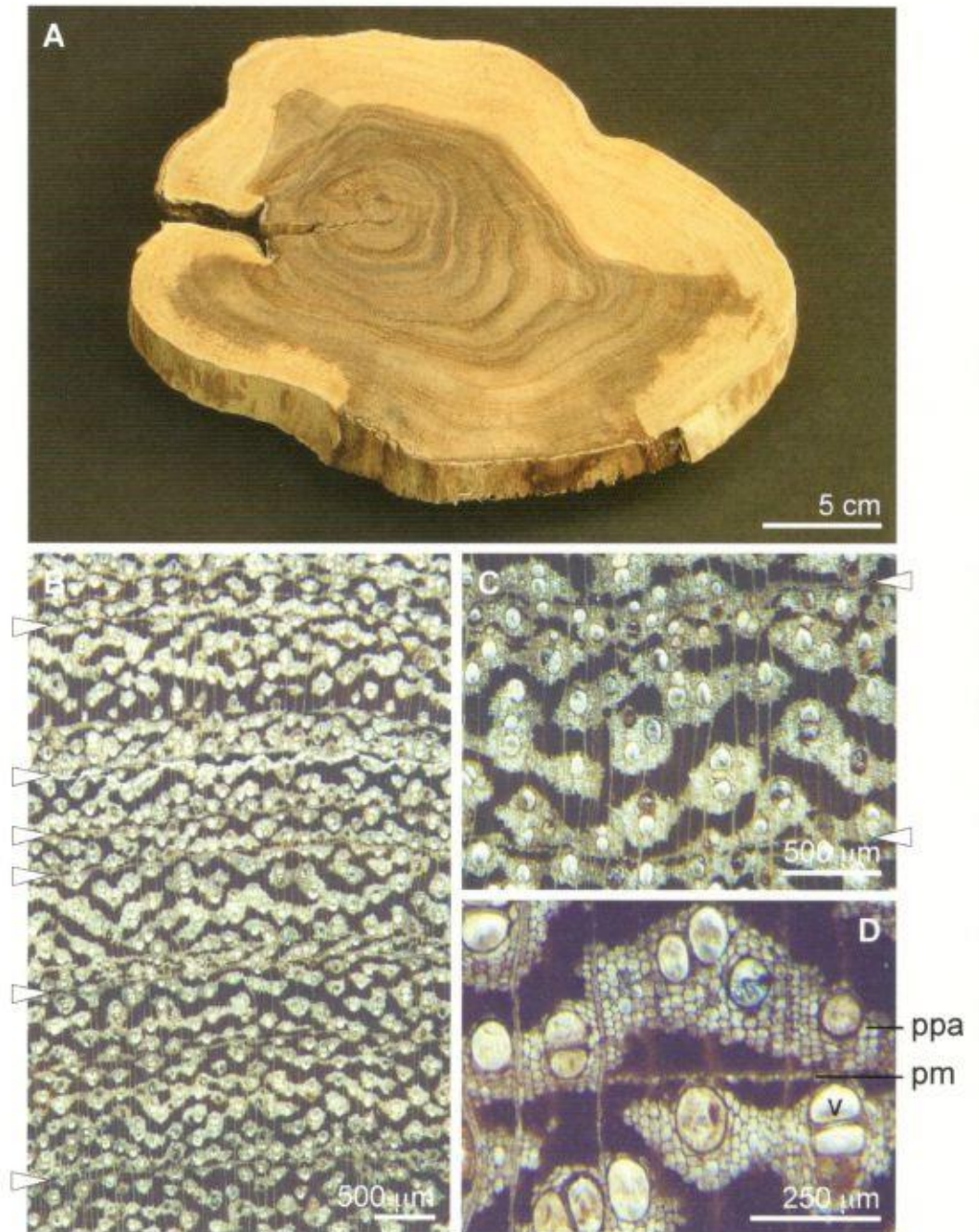
Madera y anillos de crecimiento

La madera del kitinche' tiene un duramen de color pardo grisáceo oscuro, el cual contrasta con la albura, de color cremoso amarillento (Figura A). Al pulido brinda una superficie lustrosa y es madera muy dura y pesada, con densidad de 1,04 g/cm³.

En el plano transversal se observa que la porosidad es semianular a difusa (Figura B). Los poros son grandes, circulares a ovales, solitarios o agrupados en cadenas radiales de 2 a 4 vasos (Figura D). El parénquima axial es muy abundante, paratraqueal vasicéntrico, aliforme y confluyente (Figura C). También se lo encuentra dispuesto en una línea marginal fina (Figura D). Los radios son muy numerosos y finos. Las fibras presentan paredes gruesas.

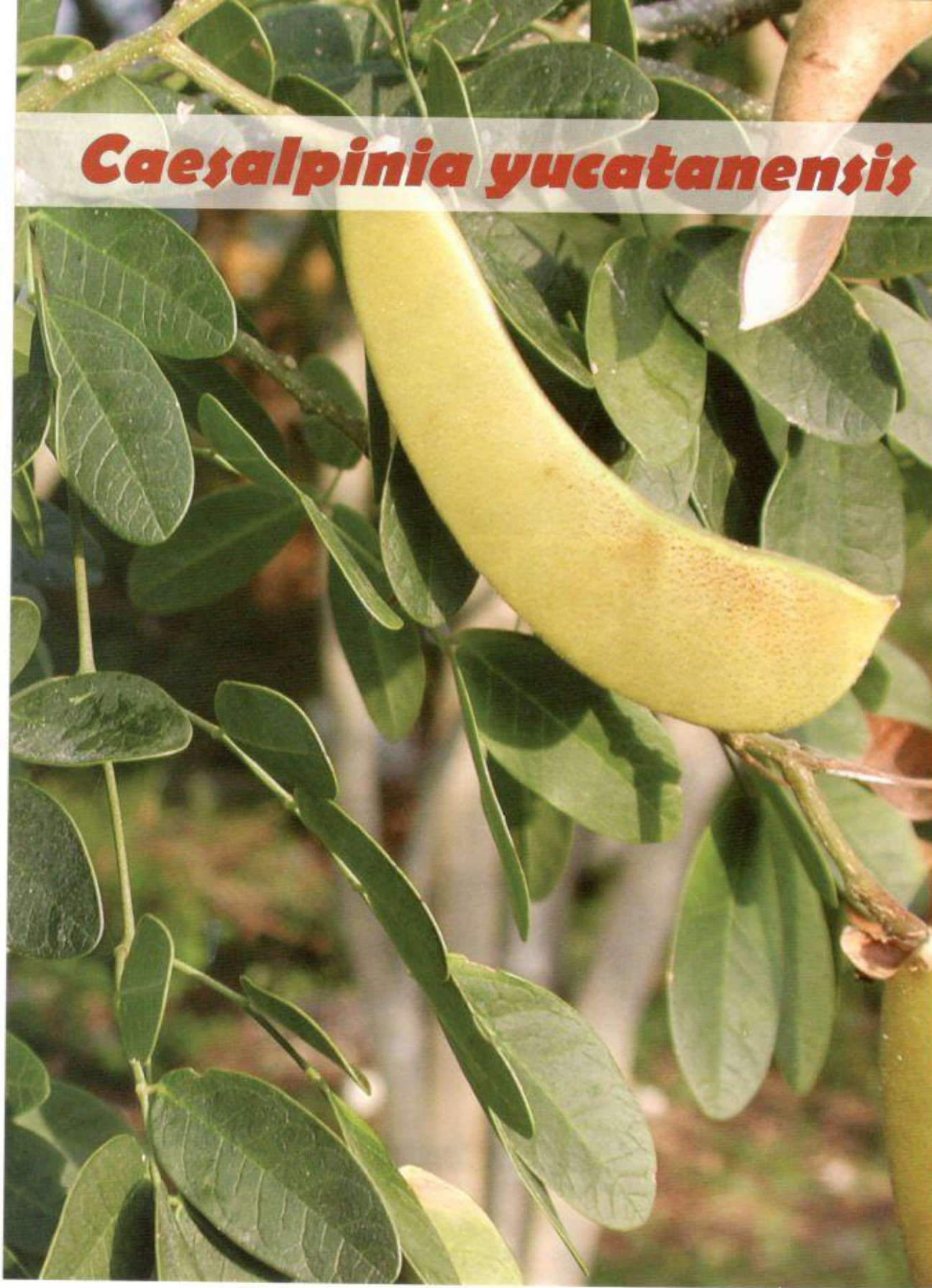
Los anillos de crecimiento son difíciles de distinguir a simple vista pero mediante una lupa son manifiestos. El límite está demarcado por la presencia de una delgada línea de parénquima marginal y por la ubicación de vasos de mayor diámetro y más agrupados al inicio del leño temprano (Figura D). En ocasiones, la alta proporción de parénquima axial paratraqueal dificulta la distinción de esta línea de parénquima marginal. La regularidad circular del anillo es aceptable y no se observan anillos en cuña.

No se dispone de antecedentes sobre la formación estacional de los anillos de crecimiento ni de aplicaciones dendrocronológicas con maderas de *Caesalpinia gaumeri*. Rebollar *et al* (1996-1997) analizando muestras de la madera de *C. gaumeri* procedentes de Quintana Roo, México, encuentran anillos demarcados por fibras, aunque sin mencionar que característica morfológica de las fibras define el límite del anillo. Barajas Morales & Gómez (1989) analizan la anatomía de la madera de cuatro especies de *Caesalpinia* de la selva baja caducifolia de Chamela, México y encuentran que los anillos en general son de difícil distinción, aunque el parénquima marginal marcaría los límites de crecimiento. Lisi *et al* (2008) mencionan que *Caesalpinia ferrea*, árbol del bosque estacional semideciduo del SE de San Pablo en Brasil, pierde sus hojas durante la estación seca que se produce entre junio y octubre. *C. ferrea* tiene anillos anatómicamente distinguibles y mediante el uso de fajas dendrométricas, marcación cambial por punción del cambium y análisis de la anatomía de la madera, estos autores reconocieron que los anillos de crecimiento de este árbol son de formación estacional. Por otro lado, Rincón *et al* (2000) indican que *Caesalpinia eriostachys*, *C. platyloba*, *C. sclerocarpa* son árboles que crecen en la selva baja caducifolia en Chamela, donde la temporada de crecimiento de las plantas se encuentra limitada por la época de lluvias (Bullock, 1987). En semejanza con las especies de *Caesalpinia* no mexicanas, *C. gaumeri* también está sometida a condiciones de estrés hídrico estacional que provocan un comportamiento subcaducifolio y probablemente son causantes de la formación de anillos de crecimiento con potencial utilidad en estudios dendrocronológicos.



Caesalpinia gaumeri. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C y D, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas), parénquima axial paratraqueal y marginal. Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con números de colección X-FR 743, 799.

Caesalpinia yucatanensis



Etimología

Caesalpinia, dedicada al médico y botánico italiano Andrea Cesalpini (1519-1603); *yucatanensis*, relativo a Yucatán.

Nombre Maya

Tak'inche' (Arellano Rodríguez *et al*, 1992). Otros nombres con los que se conoce son cinín, cocoite negro, palo de gusano.

El árbol

Caesalpinia yucatanensis Greenm. es un árbol o arbusto que alcanza hasta 10 metros de altura. La corteza del tronco es color gris, con placas rectilíneas que se desprenden. Por lo general el tronco se encuentra perforado en largos segmentos axiales. Las hojas son alternas, bipinadas, con peciolo generalmente de tonalidad rojiza, folíolos de margen entero, elípticos con base y ápice obtusos. Las flores son cigomorfas, con pétalos libres color amarillo y uno de ellos, el central, con manchas color naranja. Estas flores se ordenan en inflorescencias racimosas. El fruto es una vaina levemente falcada, comprimida y con ápice mucronado.

Distribución y ecología

Caesalpinia yucatanensis es árbol característico en la Península de Yucatán (Durán *et al*, 2000) También se lo encuentra en Chiapas, Michoacán, Tabasco, llegando su distribución hasta Centroamérica y Honduras. Es árbol que crece en selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia y como parte de vegetación secundaria (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

La madera del tak'inche' es empleada localmente para leña y producción de carbón. También en construcciones rurales, construcción de mangos para herramientas y en carpintería. Los frutos contienen taninos y pueden emplearse para curtir pieles. Se usa esta planta en la construcción de cerco vivo y como ornamental. Es planta considerada melífera (Flora Digital Península de Yucatán, 2010; Flores, 2001).

Madera y anillos de crecimiento

La madera de *C. yucatanensis* presenta albura y duramen que se distinguen claramente, siendo el duramen de coloración castaño oscuro y la albura castaño claro (Figura A). Al pulido brinda una superficie lustrosa y es madera dura y pesada, con densidad de 0,88 g/cm³.

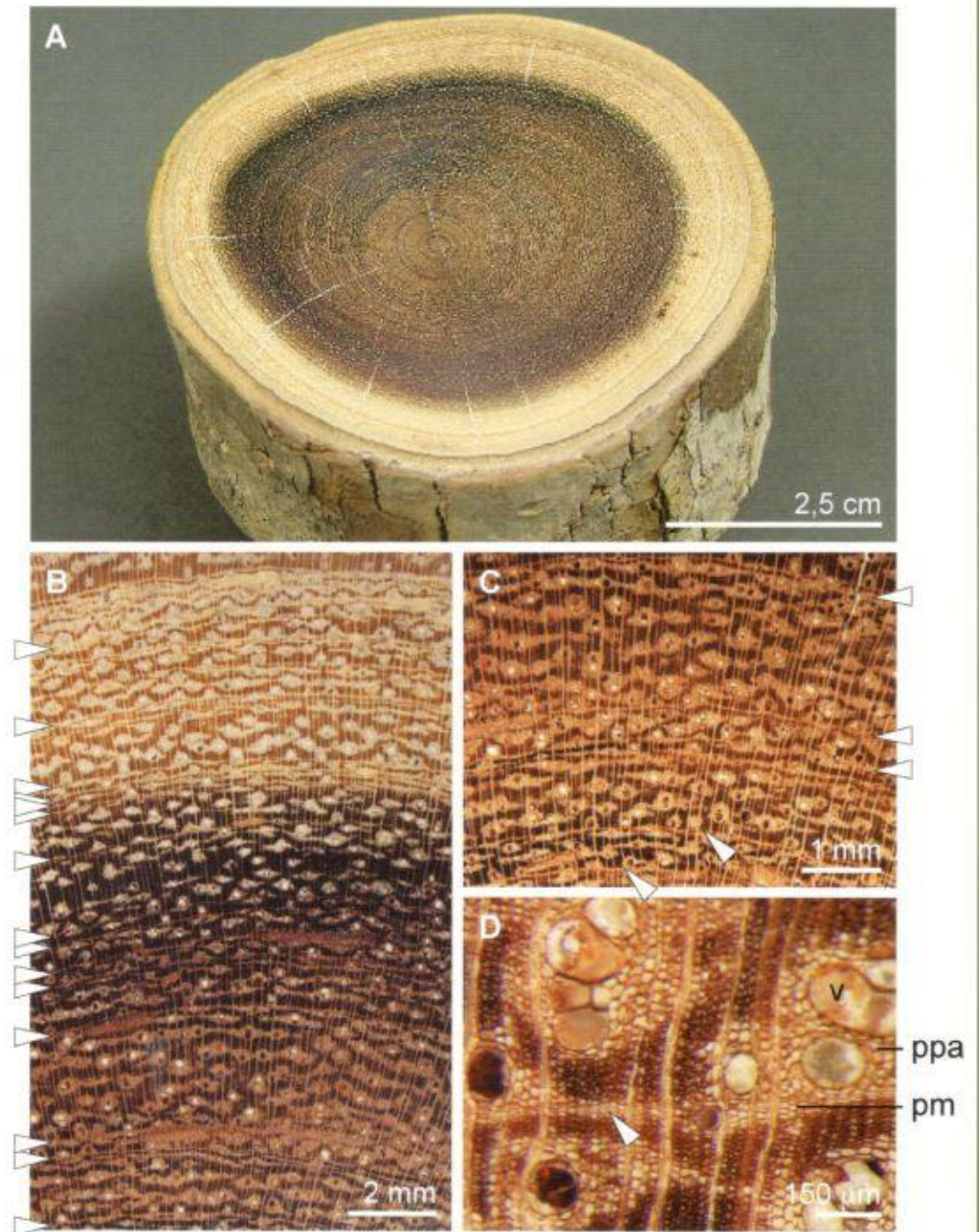
Sinonimia: *Caesalpinia recordii* Britton & Rose, *Poincianella yucatanensis* (Greenm.) Britton & Rose



En la sección transversal se observa que la porosidad del tak'inche' es de distribución difusa (Figura B), con poros de tamaño mediano (~140 μm), contorno redondeado y de forma circular a oval (Figura D). Estos poros se presentan mayoritariamente como solitarios y rara vez agrupados de a dos vasos o en cadenas radiales cortas. Algunos poros están ocluidos por una sustancia rojiza o eventualmente negra, lo que se supone corresponde a contenidos de tanino (Figura D). El parénquima axial es muy abundante, de tipo paratraqueal vasicéntrico con características de aliforme y confluyente. También se lo encuentra como una línea marginal de pocas líneas de espesor (Figura D, flecha). Los radios son muy numerosos y finos y las fibras presentan paredes gruesas.

Los anillos de crecimiento se distinguen más fácilmente bajo lupa, aunque siempre con dificultad. El límite está demarcado por la presencia de una delgada línea de parénquima marginal, a veces de irregular continuidad en el perímetro del anillo (Figura B, C, D).

Las mismas consideraciones expresadas para *Caesalpinia gaumeri* pueden ser aplicadas en *C. yucatanensis*.



Caesalpinia yucatanensis. A, vista de la sección transversal de un tronco principal de aproximadamente 30 años de edad. B, vista de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). C y D, detalle de la línea de parénquima marginal (flechas) y distribución de parénquima axial paratraqueal, respectivamente. Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 807.

Chloroleucon mangense



Etimología

El nombre genérico deriva del griego chloro, que significa amarillo verdoso y leuco, blanco, probablemente en alusión a la corteza en parches de esos colores; *mangense* es en alusión a la Isla Manga, actualmente suburbio de Cartagena, Colombia.

Nombre Maya

X-ya'ax eek', ya' ax eek'.

El Arbol

Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose es árbol relativamente pequeño alcanzando hasta 10 m de altura, con tronco de corteza lisa, color verde brillante a grisáceo con manchas blancas producidas por líquenes y que exfolia en finas láminas color castaño o amarillento, formando fuertes contrastes de coloración que producen aspecto de tronco manchado. Las ramitas presentan espinas. Las hojas son alternas, con una glándula sésil entre la base del peciolo y el primer par de pinas. Son bipinadas con folíolos que alcanzan 0,5 a 1,5 cm de largo y de 0,2 a 0,3 cm de ancho, siendo lineares a oblongos, de ápice obtuso, borde entero y base redondeada. Presenta estipulas modificadas en espinas. Las flores son de coloración blanca, con estambres prominentes. El fruto es una legumbre plana, arqueada y con artejos poco demarcados. Las legumbres se tornan oscuras al madurar.

Distribución y ecología

El x-ya'ax eek' es un árbol que se encuentra en Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Baja California, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sonora, Sinaloa y Veracruz. También está presente en Centroamérica hasta Nicaragua y las Antillas. Este árbol crece en selva baja caducifolia, selva inundable, selva mediana subcaducifolia y selva mediana subperennifolia, bajo clima cálido húmedo a muy seco y desértico (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). Es árbol deciduo durante la estación seca.

Usos

El x-ya'ax eek' es un árbol maderable, siendo también requerida su madera para leña y obtención de postes para cerca. Esta planta es también usada como forrajera, melífera y medicinal.

Sinonimia: *Albizia marthae* Britton & Killip, *Cathormion mangense* (Jacq.) Dugand, *Enteolobium mangense* (Jacq.) Fawc. & Rendle, *Inga marthae* Spreng., *Mimosa mangensis* Jacq., *M. parvifolia* Sw., *Pithecellobium mangense* (Jacq.) J.F. Macbr., *P. mathewsii* Benth., *P. oligandrum* Rizzini, *P. parvifolium* (Sw.) Benth.



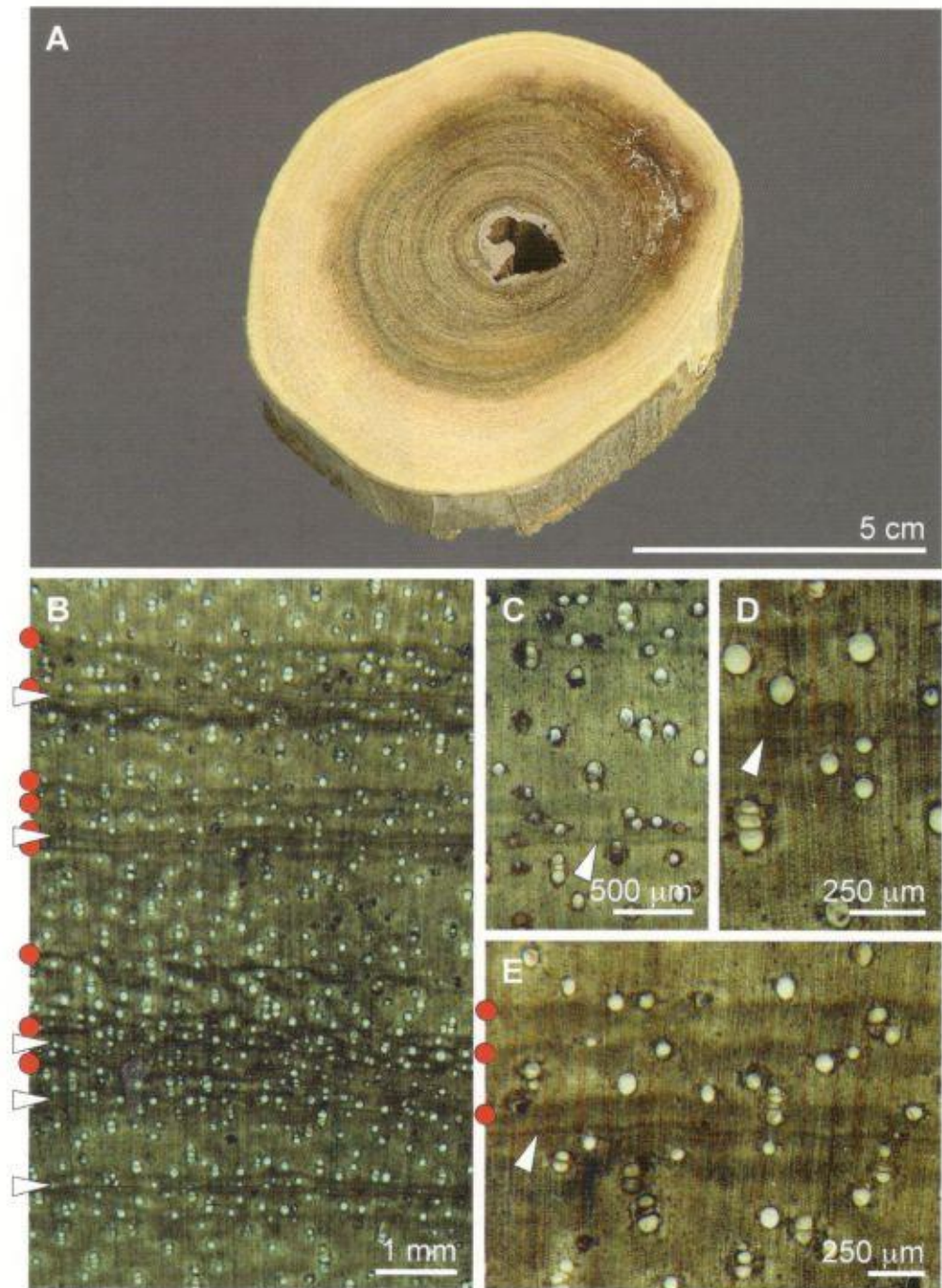
Madera y anillos de crecimiento

La albura y duramen del x-ya'ax eek' presentan coloración diferente. Mientras el duramen es color pardo verdoso grisáceo, la albura es de tonalidad blanco cremosa o amarillenta (Figura A). Es una madera que posee textura fina, toma buen acabado y lustre mediano cuando es pulida. Es algo dura y pesada, con densidad de 0,78 g/cm³.

En el plano transversal se observa la porosidad difusa (Figura B), con poros grandes, de sección redondeada en su mayoría y medianamente abundantes por unidad de superficie (Figura B, C). Se presentan principalmente como solitarios y algunos en cadenas radiales de 2 a 3 poros (Figura D). El parénquima axial es relativamente abundante, paratraqueal vasicéntrico, aliforme y en ocasiones confluyente formando bandas irregulares (Figura D). También está presente como una línea marginal. Los radios son finos (uniseriados) y las fibras tienen paredes finas a medianamente engrosadas.

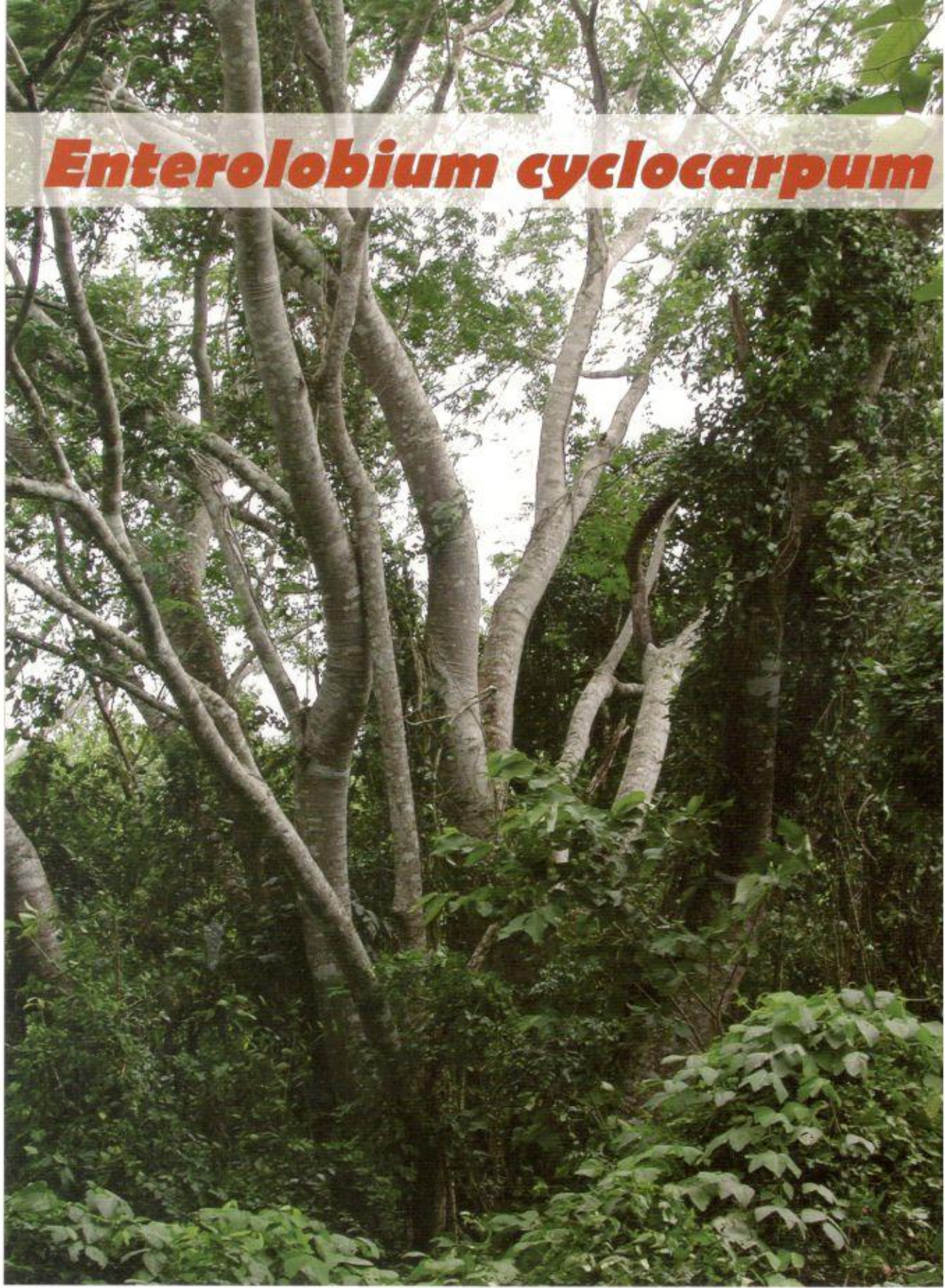
Los anillos de crecimiento de *Chloroleucon mangense* son de difícil distinción tanto a simple vista como con lupa. Su límite podría estar definido por una zona de leño tardío de mayor coloración, debido a la presencia de fibras con paredes más engrosadas y una fina capa de parénquima axial marginal (Figura C, D, E, flechas). Sin embargo, estas zonas de crecimiento no tienen una aceptable uniformidad circular observándose fluctuaciones de densidad (coloración más intensa) y discontinuidades de las mismas (Figura B y E, puntos rojos), lo que puede provocar confusiones en la identificación de los anillos de crecimiento.

No hay antecedentes de esta especie sobre el estudio de la formación de sus anillos de crecimiento ni de su aplicación en análisis dendrocronológicos.



Chloroleucon mangense. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, límites de anillos de crecimiento y zonas de fluctuación de densidad dentro del anillo de crecimiento (puntos rojos). C, D y E, vistas de la porosidad (límites), anillos de crecimiento (flechas) y parénquima axial. E, detalle del límite del anillo (flecha) y fluctuaciones de densidad dentro del anillo (punto rojo). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con números de colección X-FR 813, 819.

Enterolobium cyclocarpum



Etimología

El nombre genérico deriva del griego (enteron = intestino y lobos = vaina), refiriéndose a que la vaina se parece a un pliegue de intestino. El epíteto específico es derivado del latín en referencia al fruto circularmente enrollado.

Nombre Maya

Pich (Arellano Rodríguez *et al*, 1992), guanacaste, orejón.

El árbol

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. es árbol de rápido crecimiento, desarrollando una amplia copa de hasta 20 a 30 m de altura y tronco entre 1 a 2 m de diámetro, con formación de contrafuertes en la base. La corteza externa es lisa a granulosa, eventualmente con fisuras y conspicuas lenticelas axiales. Las hojas son alternas, bipinadas, con foliólulos oblongos, sésiles y mucronados, de borde entero y base algo redondeada. Las flores son blancas a verde claro, en cabezuelas ubicadas en las axilas foliares. El fruto es una vaina plana, curvada e intrincada, leñosa y de coloración castaño rojizo al madurar.

Distribución y ecología

El pich se encuentra en gran parte de México y a través de América Central alcanza Venezuela, Trinidad, Guyana y Brasil. Se desarrolla este árbol en diversidad de ambientes, conformando comunidades forestales primarias. Se lo encuentra en selva baja subcaducifolia y selva caducifolia como también en áreas de vegetación secundaria (Flora Digital Península de Yucatán, 2010), bajo clima cálido subhúmedo. Es árbol de hábito caducifolio.

Usos

La madera de este árbol es durable en contacto con el agua y resistente al ataque de termites. Por ello, y debido también a que es una madera ligera, es empleada en la fabricación de canoas o estructuras que mantengan contacto con humedad. Fácil de trabajar, es empleada también en carpintería, ebanistería, estructura de techos, terminación de interiores de casas, utensilios, etc (Guridi Gómez, 1980; Kline, 2001). La madera también es indicada como proveedora de pulpa de buena calidad para fabricación de papel (Tamarit, 1996). Se cita que el fruto, goma y corteza se emplean como jarabe para tratar padecimientos respiratorios (Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

Sinonimia: *Albizia longipes* Britton & Killip, *Feuilleea cyclocarpa* (Jacq.) Kuntze, *Inga cyclocarpa* (Jacq.) Willd., *Mimosa cyclocarpa* Jacq., *M. parota* Sessé & Moc., *Pithecellobium cyclocarpum* (Jacq.) Mart., *Prosopis dubia* Guill. & Perr.



La semilla y vaina son usadas como alimento y la corteza es rica en taninos, lo que puede emplearse en la curtiembre de pieles. El fruto contiene saponinas usadas localmente como sustitutos del jabón. Se emplea como árbol de sombra, ornamental y en la obtención de extractivos (Flores, 2001).

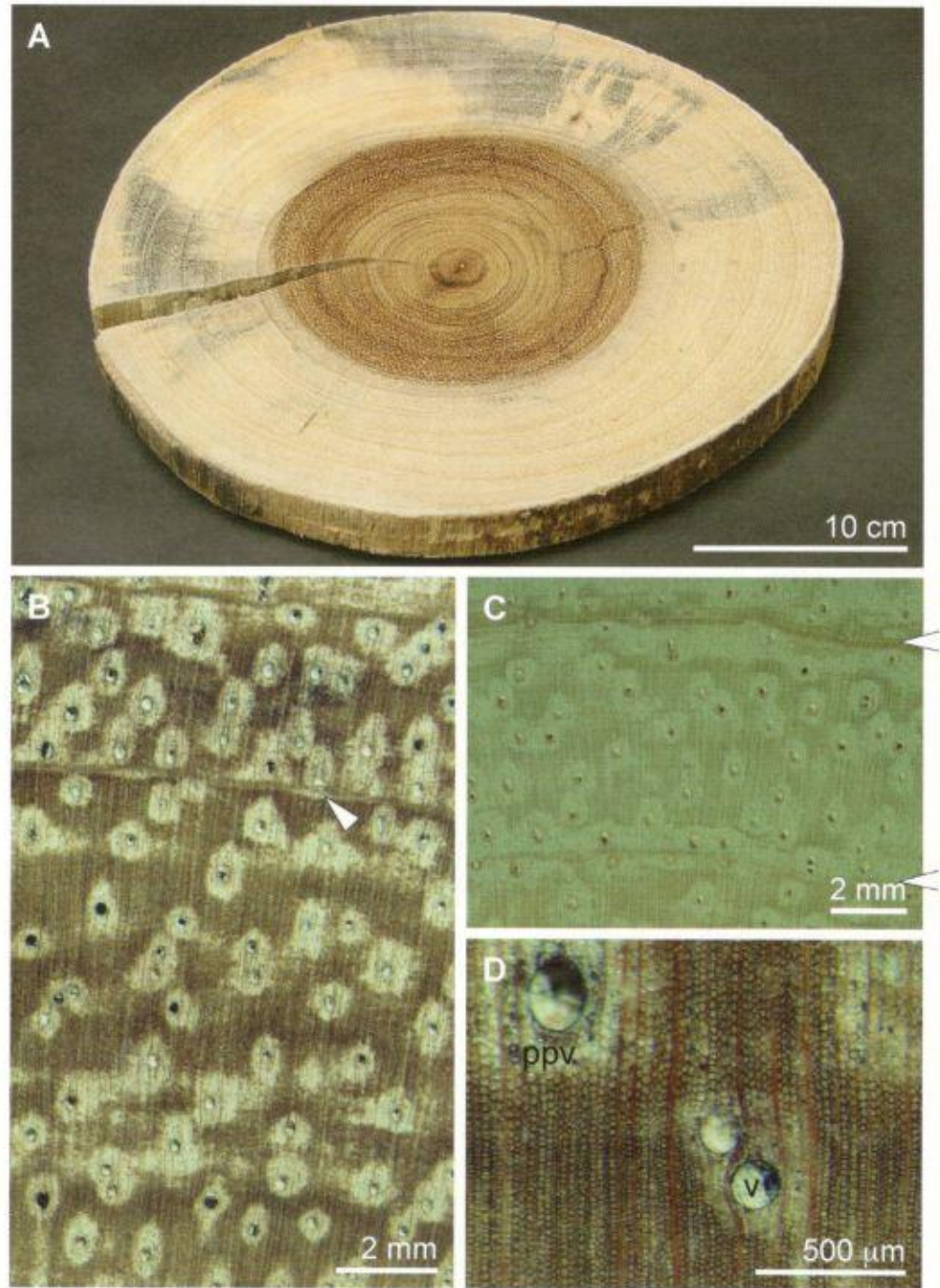
Madera y anillos de crecimiento

La albura de la madera del pich es color blanco cremoso y el duramen castaño rosado pálido a castaño oscuro (Figura A). Presenta un suave olor característico y sabor ligeramente amargo. Al pulirla exhala un penetrante olor que puede ser irritante para ojos y piel. Es algo lustrosa y de textura áspera pero toma buen acabado. Es madera blanda y liviana, con densidad relativamente baja de 0,45 g/cm³ (Tamarit, 1996; Record & Mell, 1924).

En el plano transversal se observa que es madera de porosidad difusa, con poros de sección oval a circular, principalmente solitarios, rara vez agrupados en cadenas radiales de 2 o 3 poros (Figura B, D). Suelen encontrarse gomas u otros depósitos en los poros del duramen. El parénquima axial es abundante, paratraqueal vasicéntrico, aliforme y confluyente (Figura B, C, D). También aparece en bandas marginales más o menos continuas (Figura B, flecha). Los radios son finos y numerosos. Las fibras presentan paredes de poco espesor.

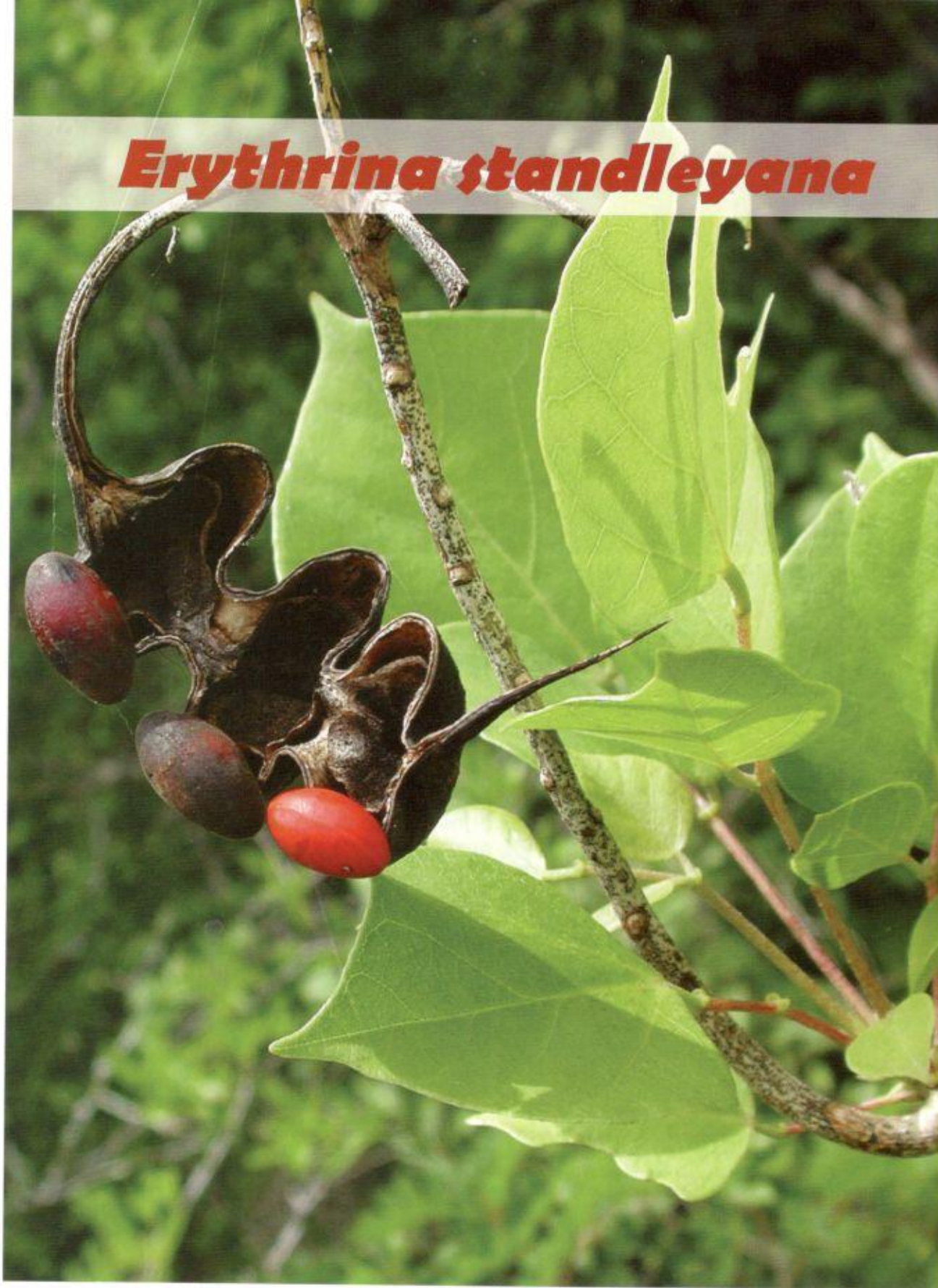
Los anillos de crecimiento son distinguibles aunque con dificultad. A simple vista, los anillos se observan delimitados por bandas de mayor coloración y regulares en su perímetro circular (Figura B, C, flechas). Observadas con lupa, estas zonas más oscuras corresponden a fibras de gruesas paredes y lignificadas, que además se encuentran asociadas a una banda de parénquima marginal, que aunque discontinua, facilita la identificación del límite del anillo de crecimiento estacional.

Ávila Barrientos *et al* (2010) construyó cronologías de árboles de *E. cyclocarpum* cultivados en Lima, Perú y determinó que la variabilidad interanual del crecimiento tenía gran similitud entre ambas cronologías. Estos autores consideran que esta semejanza responde a la incidencia de un factor ambiental común, particularmente clima, por lo que sugieren que esta especie tiene potencial para realizar estudios dendrocronológicos.



Enterolobium cyclocarpum. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C muestran la distribución de los poros y la superficie ocupada por parénquima vasicéntrico. Las flechas indican los límites de los anillos de crecimiento. D, detalle del parénquima axial asociado a los vasos. Madera de Hocabá y Shacaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con números de colección X-FR 764, 784.

Erythrina standleyana



Etimología

Erythrina, del griego erythris = rojo, por el color predominante de las flores. El epíteto específico, *standleyana*, es en honor de Paul C. Standley (1884-1963), botánico del Field Museum of Natural History (Chicago, USA), quién realizó grandes contribuciones al conocimiento de la flora mesoamericana.

Nombre Maya

Chak ch' obenché, chakmolche'.

El árbol

Erythrina standleyana Krukoff corresponde a un pequeño árbol o arbusto que alcanza 1,5 a 6 m de alto, con tallos desarrollando fuertes espinas y corteza color gris. Las hojas son alternas, trifoliadas, de base obtusa y ápice acuminado. La inflorescencia es una panícula terminal con flores que poseen un pedicelo corto de corola roja, elongada. El fruto es una legumbre dehiscente en una sola sutura, con protuberancias, que sostiene semillas de coloración rojo brillante y ponzoñosas.

Distribución y ecología

En México *Erythrina standleyana* se distribuye en la Península de Yucatán, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz. También se encuentra en Belice y Guatemala. Crece bajo clima cálido subhúmedo (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

El chak ch' es una planta usada para construcción de cerco vivo y como ornamental. Se la cita por la producción de néctar como alimento para colibríes. La madera es empleada en artesanía (Flores, 2001). Las semillas son venenosas aunque se emplean para fabricar collares. Se citan propiedades medicinales respecto al uso de la flor (Flora Digital Península de Yucatán, 2010) y es fuente importante de polen y néctar para abejas (Souza Novello, 1981).

Madera y anillos de crecimiento

La madera del chak ch' es de color blanco o pardo blanquecino tanto en la albura como en el duramen (Figura A). Presenta textura áspera y no adquiere brillo al pulirla. Es una madera muy liviana y blanda, con densidad de 0,26 g/cm³.



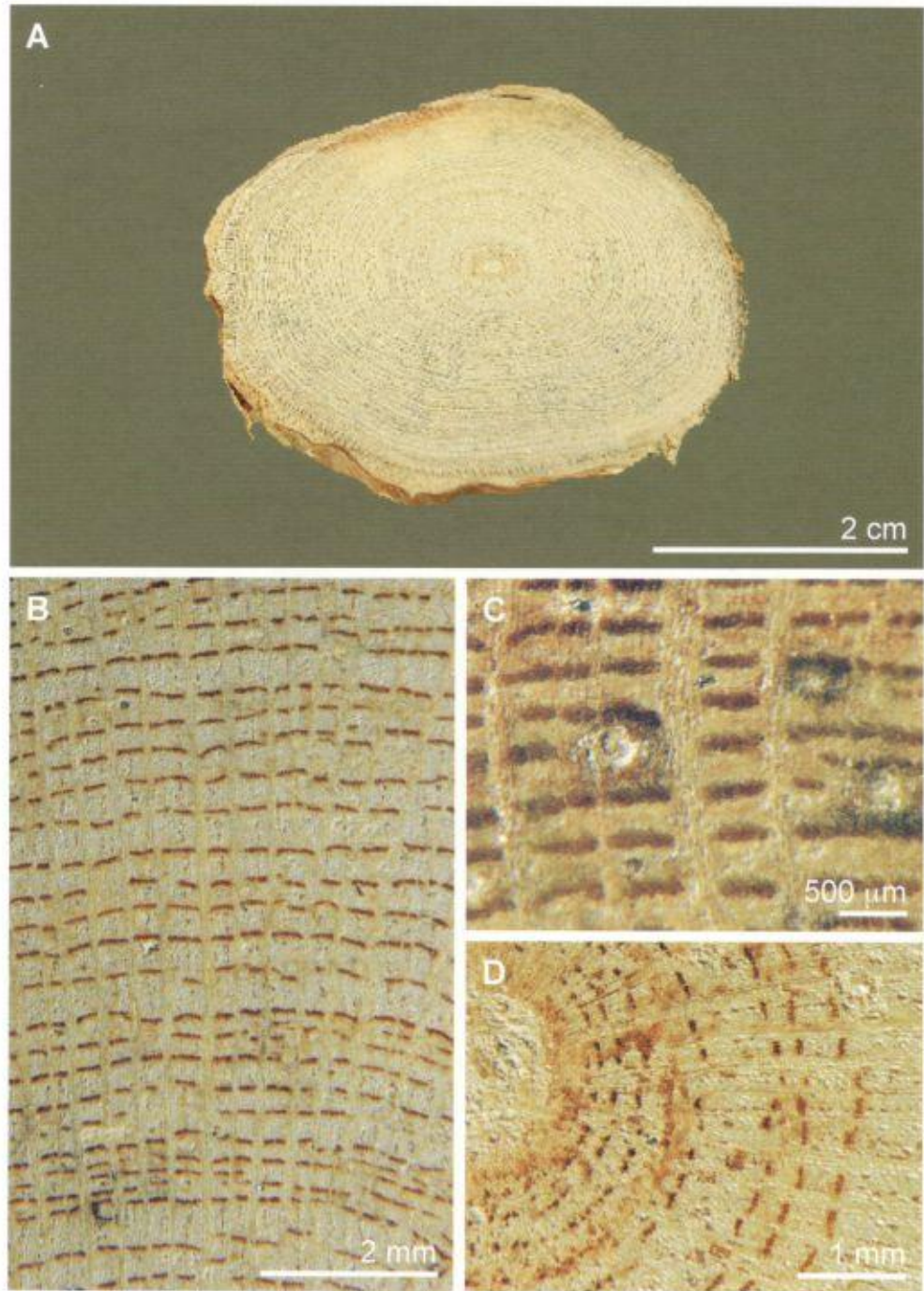
Sinonimia: aceptado, sin sinónimos.

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán

En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa, con poros grandes, muy escasos y generalmente solitarios o reunidos en pares (Figura C). El parénquima axial es abundante, formando bandas circulares concéntricas que se alternan con las fibras, las cuales son de pared gruesa y están dispuestas también en bandas tangenciales concéntricas. Tanto parénquima como fibras son separados por los radios, que son muy gruesos (Figura B y C). Dicha disposición produce un aspecto muy particular del corte transversal (Figura B y C). Los radios son numerosos, desde finos a medianamente gruesos.

Los anillos de crecimiento son inconspicuos. A simple vista se observan líneas concéntricas muy finas que corresponden a las zonas de fibra. Sin embargo, estas líneas no son continuas en el perímetro de los troncos y no deben ser consideradas como límite de los anillos de crecimiento.

Diversos autores concuerdan en que las maderas del género *Erythrina* no presentan anillos de crecimiento distinguibles o son poco distinguibles (ej. Barajas Morales *et al*, 1989, 1997; Espinosa de Pernia & León, 2002; Silva *et al*, 1988) por lo que su utilidad en estudios dendrocronológicos parece ser limitada.



Erythrina standleyana. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, muestran el diseño impuesto por la distribución alternada de capas de parénquima axial y fibras, ambas separadas por los radios. D, vista del leño juvenil en proximidad a la médula del tronco. Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 818.

Havardia albicans



Etimología

Nombre genérico dedicado al Dr. Valery Havard, cirujano general asistente del ejército de Estados Unidos, estudiante asiduo de la flora norteamericana. El epíteto específico *albicans* es en referencia al color blanco de las flores.

Nombre Maya

Chukum.

El árbol

Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose es árbol que alcanza 20 m de altura. La corteza presenta fuertes espinas y es de tono gris oscuro, con abundantes lenticelas color rojo. Las hojas son alternas, bipinadas, con foliólulos oblongos, sésiles y mucronados, de borde entero y base algo redondeada. Las flores se disponen en inflorescencias racimosas hacia la extremidad de las ramas. El fruto es una vaina recta, plana, seca, de ápice mucronado, rico en tanino (Standley, 1930).

Distribución y ecología

El chukum es una planta endémica de la Península de Yucatán (Carnevali *et al.*, 2010; Durán *et al.*, 2000). Crece en ambientes de duna costera, manglar, sabana, selva baja inundable, selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia, bajo clima cálido subhúmedo a seco (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

En Yucatán la madera de chukum es muy empleada como leña (Quiroz Carranza & Orellana, 2010). La corteza es usada en curtiente (Flores, 2001). Produce gomas y el fruto contiene taninos. Es planta indicada como medicinal para diversos tratamientos (Flora Digital Península de Yucatán, 2010) y es empleada para construcción de cerco vivo.

Madera y anillos de crecimiento

La madera de chukum posee un duramen de color castaño-rojizo, muy contrastado con la albura que es de color crema con tintes marrones (Figura A). Es madera dura y pesada, con densidad de 0,90 g/cm³.

En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa hasta semianular en algunas áreas (Figura B, C). Los poros, que en gran mayoría son ovales y de tamaño intermedio, son principalmente solitarios y con escasos gru-

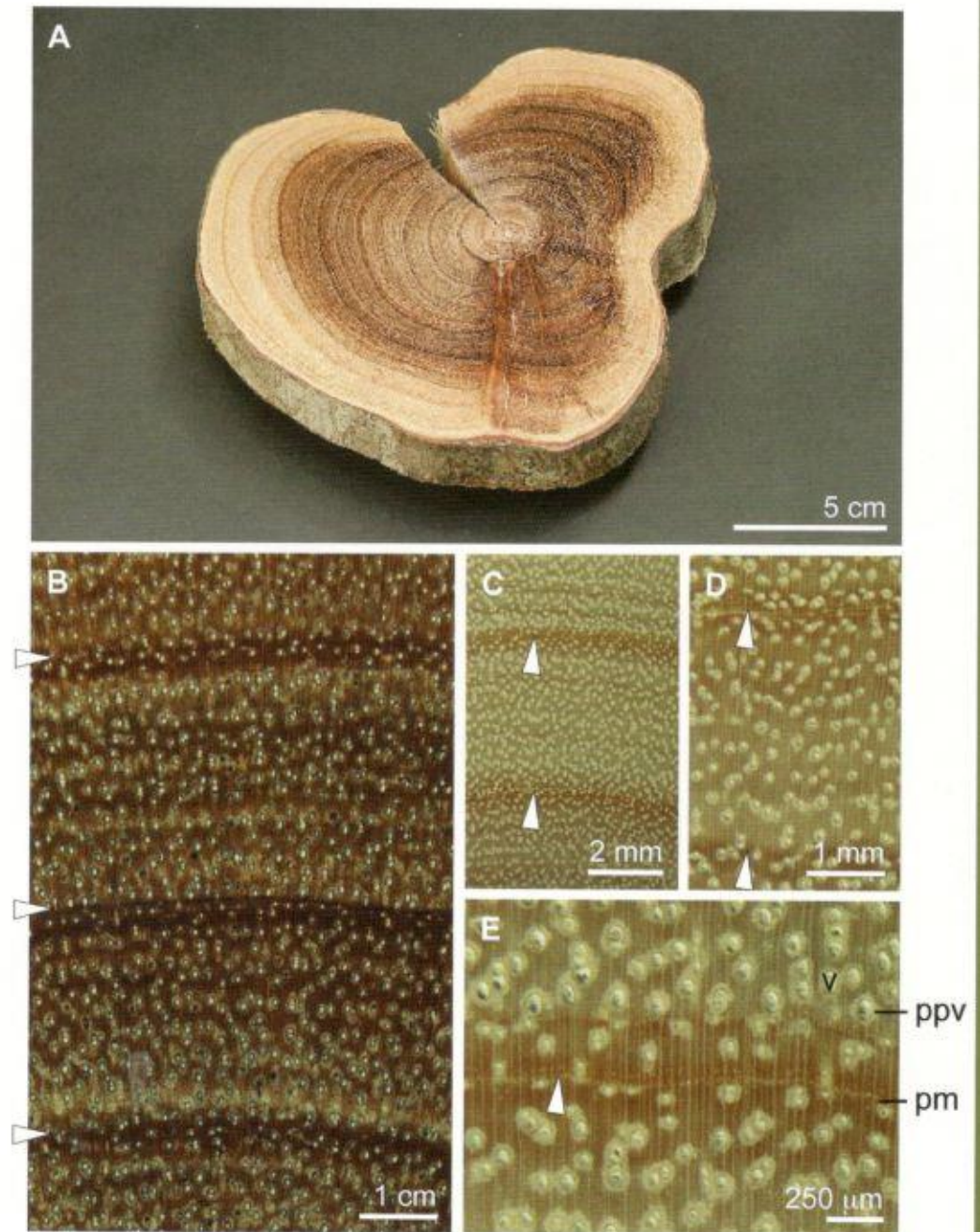


Sinonimia: *Acacia albicans* Kunth, *Feuillea albicans* (Kunth) Kuntze, *Pithecellobium albicans* (Kunth) Benth.

pos ordenados en cadenas radiales de 2 a 4 vasos (Figura D, E). El parénquima axial es relativamente abundante, paratraqueal vasicéntrico, a veces aliforme y confluyente entre vasos contiguos. También se encuentra parénquima axial formando bandas marginales de una célula de espesor (Figura E). Los radios son finos y numerosos y las fibras presentan paredes de mediano grosor.

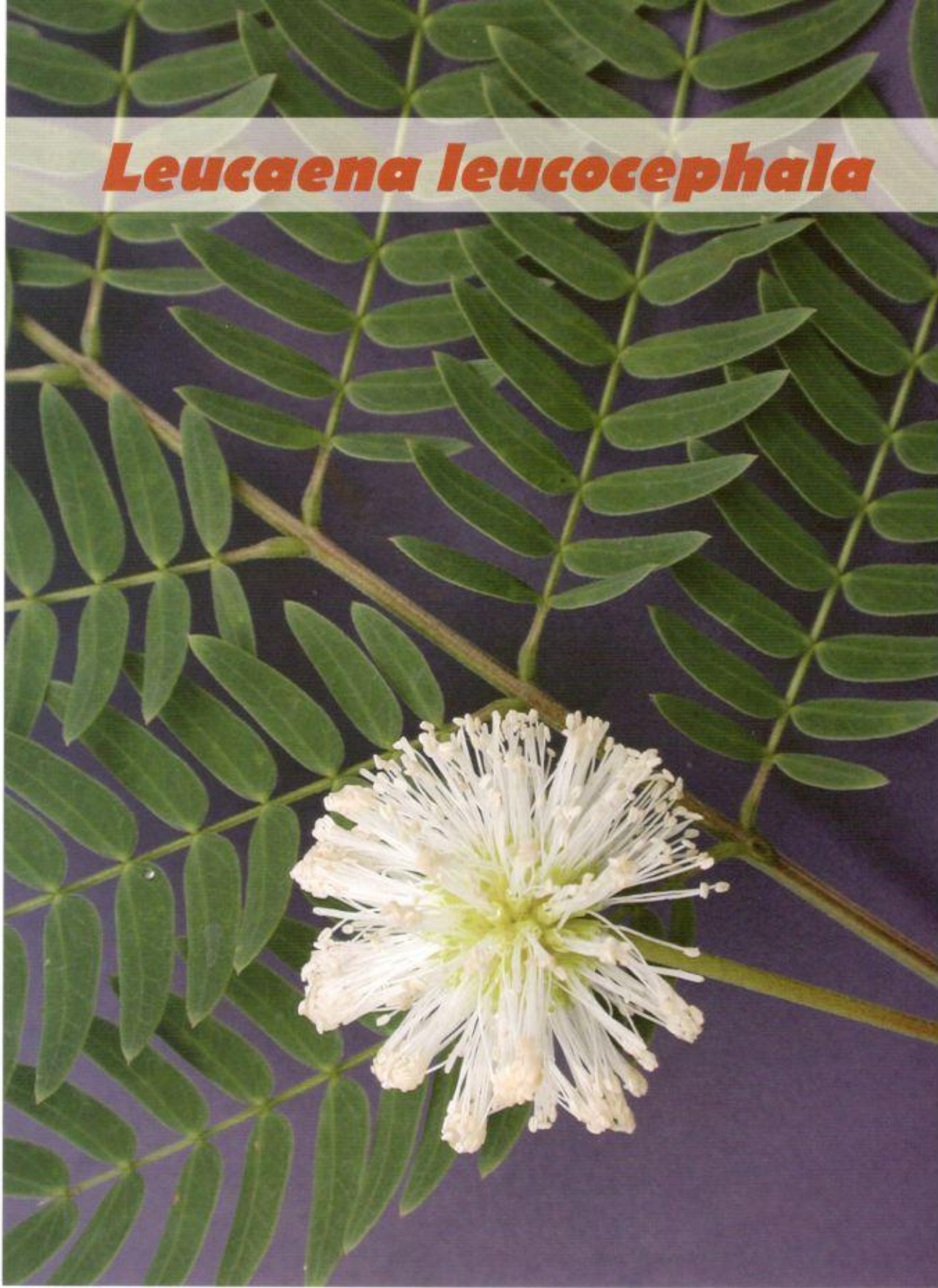
Las zonas de crecimiento del chukum se ven a simple vista debido al color más oscuro en la madera tardía (Figura B, C, D) y se muestran con regularidad circular. A mayor aumento se observa que estas zonas más oscuras corresponden a fibras cuya pared es más gruesa comparada con las del resto del anillo. Coincidentemente con estas zonas suele observarse un parénquima de tipo marginal (Figura E). Sin embargo, este parénquima se encuentra inmerso en la zona de fibras de mayor grosor de pared, por lo que la delimitación exacta del anillo de crecimiento resulta incierta.

Abundiz Bonilla *et al* (2004) mencionan que *Havardia acatlensis* del matorral xerófilo de Puebla, México, presenta anillos de crecimiento distinguibles. La aceptable distinción de los anillos de crecimiento en *H. albicans* plantean interesantes posibilidades para emplear esta especie en estudios dendrocronológicos.



Havardia albicans. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C, vistas de la porosidad difusa y anillos de crecimiento (flechas). D y E, detalles del parénquima axial vasicéntrico y marginal (flechas). Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 773.

Leucaena leucoccephala



Etimología

Leucaena, del griego leuko = blanco, alude al color de sus flores; *leucocephala*, del griego leuko y cephalo = cabeza, refiere a sus flores en cabezuelas y de color blanco.

Nombre Maya

Uaxim (Arellano Rodríguez *et al*, 1992), waxim. Guaje es el nombre más común en su área de distribución.

El árbol

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. es un pequeño árbol inerme que alcanza 3 a 7 m de altura. Sus hojas son alternas, bipinadas, con largo pecíolo y una glándula en la base del par de pinas inferiores. Las pinas tienen 4 a 8 pares de folíolos, cada uno con varios pares de foliólulos oblongo-lanceolados, asimétricos y agudos. Las flores se presentan en capítulos globosos o cabezuelas sobre largos pedúnculos, con estambres exertos y blanquecinos. El fruto es una vaina dehiscente, plana, glabra, recta y de color pardo rojizo. Las semillas son ovadas a elíptico-oblongas, color castaño o negruzco, con una aréola central alargada.

Distribución y ecología

El uaxim se distribuye en México desde la Vertiente del Golfo hasta la Península de Yucatán y en el Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas (Pennington & Sarukhán, 2005). Integra la vegetación secundaria de la selva baja subcaducifolia y caducifolia entre 800 y 1.700 m de altitud. Es planta caducifolia, mecanismo que le permite sortear las extendidas sequías anuales. Es árbol de rápido crecimiento y ha sido ampliamente difundido en las áreas rurales. Cultivado en los trópicos de todo el mundo.

Usos

Leucaena leucocephala es una planta cuyas semillas son comestibles y tienen una amplia variedad de usos. Fue domesticada por las civilizaciones Mayas y Zapotecas originales (NAS, 1977). Su madera es utilizada en construcción y pulpa para papel. También se la destina a la obtención de leña y carbón. Es reconocida planta para forraje y generación de fertilizante orgánico (Flores, 2001). Se la emplea también para sombra y como ornamental. Sus semillas se usan en diversos platos, como el huaxmole. También es árbol nectarífero y productor de polen (Souza Novello, 1981; Suarez Molina, 1981). Aunque sus ramas suelen ser algo quebradizas, puede ser empleada como tutor de pitahaya.

Sinonimia: *Acacia glauca* (L.) Moench, *Acacia leucocephala* (Lam.) Link, *Leucaena glauca* (L.) Benth., *L. glabra* Benth., *L. latisiliqua* (L.) Gillis, *Mimosa glauca* L., *M. leucocephala* Lam.

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



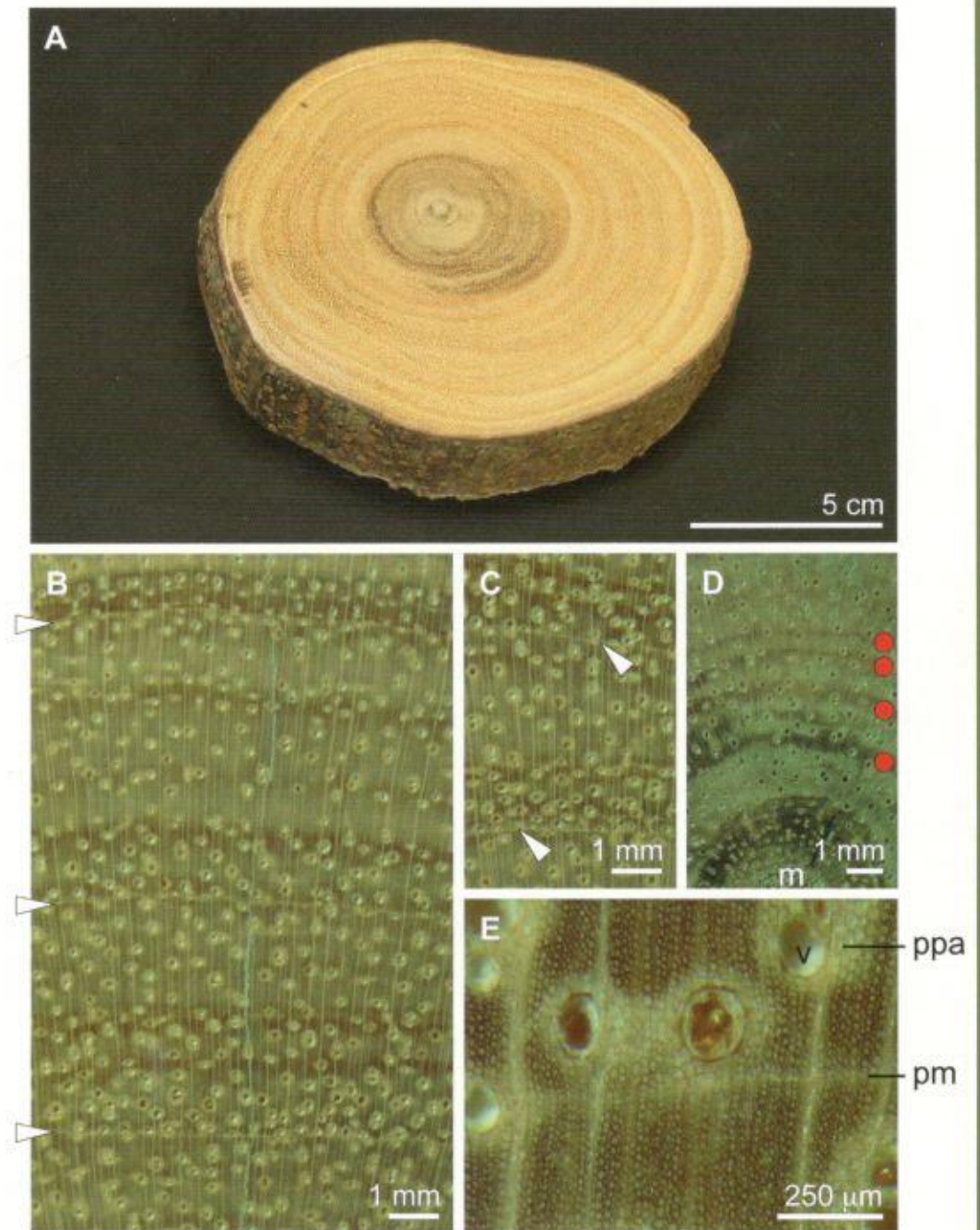
Madera y anillos de crecimiento

La madera del uaxim es de coloración castaño rojizo a castaño claro y la albura es de color amarillo, amarillo blanquecino o rosado. Existe en esta madera una amplia variabilidad de colores, incluso en ocasiones no presenta diferencia entre albura y duramen (Figura A). No presenta olor ni sabor que la caractericen y su brillo al pulido es alto. Es madera medianamente dura y pesada, con densidad de 0,88 g/cm³.

En el plano transversal se observa que la porosidad del uaxim es difusa a semianular, con poros moderadamente grandes y de sección principalmente circular, en ocasiones oval (Figura E). Son visibles a simple vista y se presentan solitarios y escasos agrupados en cadenas radiales de 2 a 3 y hasta 4 elementos (Figura B, E). En algunos vasos se observan depósitos rojizos (Figura E). El parénquima axial es relativamente abundante, paratraqueal vasicéntrico, aliforme y confluyente. También está presente el parénquima apotraqueal difuso muy escaso y el marginal, formando una delgada línea a veces continua en el recorrido circular del anillo de crecimiento (Figura E). Los radios son moderadamente numerosos, finos, principalmente biseriados y escasos uniseriados y multiseriados. Las fibras presentan paredes medianamente gruesas.

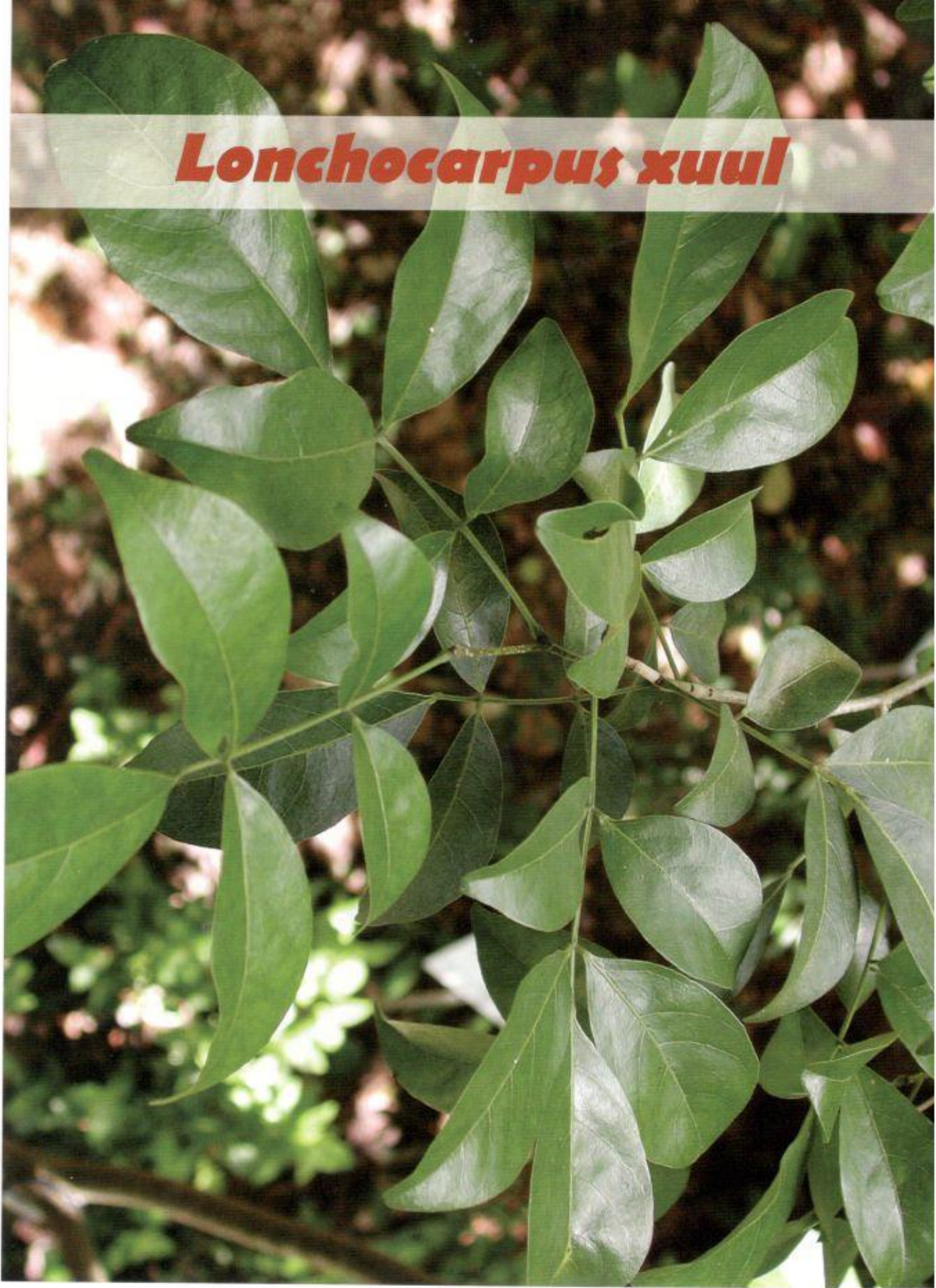
Las zonas de crecimiento son inconspicuas o no muy bien demarcadas, pero se pueden reconocer por la presencia de parénquima marginal, no siempre presente y por fibras de paredes aplanadas radialmente, gruesas y lignificadas en el leño tardío (Figura B, C, flechas). Sin embargo, la zona de fibras es también difusa, por lo que probablemente sea más seguro considerar la banda de parénquima marginal para definir el límite del anillo de crecimiento.

Rebollar & Quintanar (1998) indican que *Leucaena glauca* creciendo en selvas de Quintana Roo, México, presenta anillos de crecimiento demarcados por parénquima marginal. Abundiz Bonilla *et al* (2004) señalan que *Leucaena sculenta* del matorral xerófilo de Puebla, México, presenta anillos de crecimiento distinguibles por el mayor grosor de fibras en el leño tardío y por presencia de parénquima marginal cristalífero. No hay información sobre el potencial uso de *Leucaena leucocephala* en trabajos dendrocronológicos. Sin embargo, la importancia económica de esta especie en la obtención de recursos forrajeros, energía y madera para construcción en los trópicos de todo el mundo, plantea la necesidad por profundizar detalles sobre diversos aspectos del crecimiento, en particular para identificar efectos de la edad de las plantas en la calidad de productos madereros, como ha sido sugerido por Wan Mohd Nazri *et al* (2011). En este sentido, la aplicación de técnicas dendrocronológicas en el análisis de los anillos de crecimiento pueden proveer valiosa información en aspectos de la ecología y manejo forestal de *Leucaena leucocephala*.



Leucaena leucocephala. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C, vistas de la porosidad difusa y límites de anillos de crecimiento (flechas). D, leño inicial con zonas más oscuras que indican fluctuaciones de densidad (puntos rojos) no necesariamente vinculadas a límites de anillos de crecimiento. E, detalle del parénquima axial vasicéntrico y marginal. Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 767.

Lonchocarpus xuiul



Etimología

Del latín *lonchus* = lanza y *carpus* = fruto, en referencia a la forma de hoja de lanza de los frutos. El epíteto *xuul* deriva de xu'ul, vocablo en lengua maya que significa árbol con madera amarilla (Flores, 2001). El xuul es el palo sembrador con el que se hace un hoyo en el suelo para incorporar una combinación de semillas de maíz, frijol y zapallo, mezcla llamada xáak en lengua maya.

Nombre Maya

Xu'ul, balché, k'an xu'ul. También conocida como k'aan xu'ul, xk'aan xu'ul, xcanxu, tamarindo cimarrón, palo gusano.

El árbol

Lonchocarpus xuul Lundell es un arbusto o pequeño árbol que presenta hojas alternas, compuestas imparipinadas, con folíolos oblongo-lanceolados, de borde entero, base atenuada y ápice agudo. Las inflorescencias son simples, con pedúnculos cortos y flores de corola lila. Produce legumbres cortas, de 3-4 cm, a veces de hasta 10 cm de largo y hasta 2,5 cm de ancho, elípticas y aparentemente indehiscentes.

Distribución y ecología

El xu'ul es un árbol endémico de la Península de Yucatán (Carnevali *et al*, 2010; Durán *et al*, 2000) y que habita en selva alta subperennifolia, baja caducifolia, mediana subcaducifolia, mediana subperennifolia y también en vegetación secundaria, bajo clima cálido subhúmedo y suelos calizos (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). Es de comportamiento subcaducifolio (Arellano Rodríguez *et al*, 2003).

Usos

La madera del xu'ul es destinada a construcción y para fabricación de mangos de herramientas. Es usada también para obtención de carbón. Es planta indicada como forrajera para ganado y animales silvestres (hojas). También es citada como planta melífera (Pozo & Calvé, 2005). Es empleada en la construcción de cerco vivo (Flores, 2001).

Sinonimia: *Lonchocarpus guatemalensis* Benth.

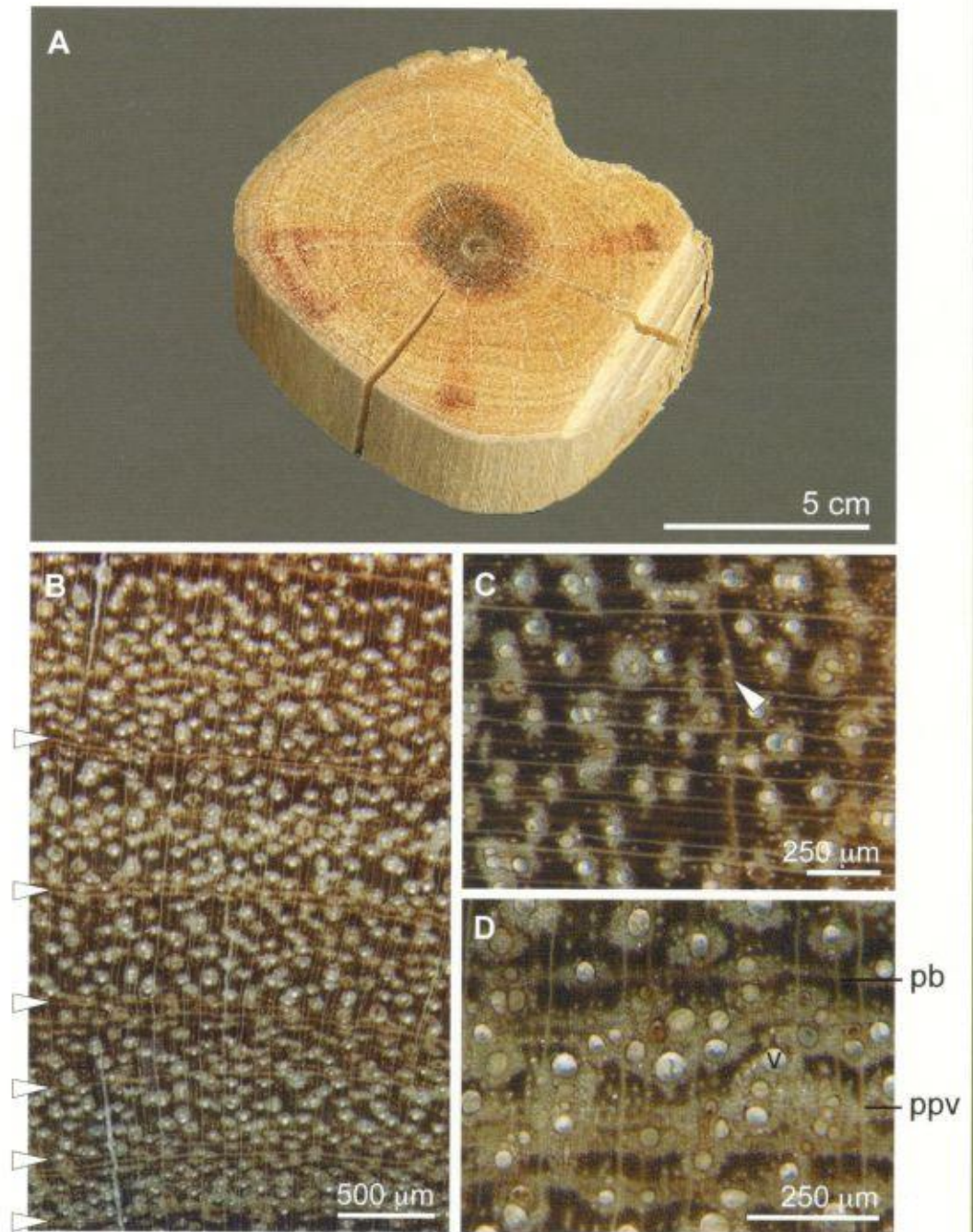
Madera y anillos de crecimiento

La albura es de color castaño con tintes amarillos o rojizos. En árboles pequeños, puede no estar diferenciado el duramen pero cuando esta presente es de color castaño rojizo oscuro (Figura A). La madera es de textura mediana y parece tomar buen acabado al pulido. Es dura y pesada, con densidad de 0,99 g/cm³.

La porosidad en la madera del xu'ul es de tipo difusa (Figura B), con poros pequeños y de contorno circular a oval (Figura D). Se presentan principalmente solitarios y escasos agrupados en cadenas radiales de 2 a 3 vasos. El parenquima axial es abundante, paratraqueal vasicéntrico, aliforme y confluyente. También se presenta como apotraqueal difuso escaso y marginal, constituido por 2 a 3 capas de células (Figura C). Las fibras poseen paredes medianamente engrosadas.

Las zonas o anillos de crecimiento son visibles a simple vista aunque con dificultad. Están demarcados por presencia de parénquima marginal y aumento de grosor en la pared de las fibras del leño tardío (Figuras B y C, flechas). Los anillos presentan buena uniformidad circular aunque en ocasiones pueden disminuir sus distancias de separación, formando anillos discontinuos o conformando zonas con anillos muy juntos unos a otros y por lo tanto de difícil diferenciación.

Según Worbes (1999, 2002) *Lonchocarpus sericens* de los bosques de Caparo en Venezuela, muestran anillos de crecimiento distinguibles, lo que facilita su empleo en estudios dendrocronológicos. Abundiz Bonilla *et al* (2004) menciona que *Lonchocarpus oaxacencis*, del matorral xerófilo de Puebla, México, presenta anillos de crecimiento que pueden identificarse, aunque vagamente, por la presencia de parénquima marginal. Barajas Morales & Gómez (1989) citan para otras especies de *Lonchocarpus* (*L. cochleatus*, *L. constrictus*, *L. eriocarinalis*, *L. guatemalensis* y *L. aff. mutans*) creciendo en selva baja caducifolia de Chamele, México, que los anillos son inconspicuos y generalmente delimitados por parénquima marginal.



Lonchocarpus xuui. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). D, detalle del parénquima axial marginal y parénquima vasicéntrico. Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 803.

Lysiloma latisiliquum



Etimología

Lysiloma, del griego lysis = desprendimiento o separación y loma = orilla o margen, en referencia a que en la mayoría de las especies las valvas del fruto se separan de las suturas permanentes. El epíteto *latisiliquum* proviene de las raíces latinas, *latus* = ancho y *siliqua* = vaina.

Nombre Maya

Tsalam, tsukte' (Arellano Rodríguez *et al.*, 1992).

El árbol

Lysiloma latisiliquum (L.) Benth. es un árbol que alcanza alturas de entre 25 a 30 metros y troncos de casi 1 m de diámetro. La corteza es de tinte gris, con fuertes placas longitudinales. La copa es amplia, extendida, sosteniendo hojas que son alternas, compuestas bipinadas y pinadas, con folíolos oblongos de ápice agudo. La inflorescencia conforma grandes racimos de cabezuelas pedunculadas y blancas. El fruto es una vaina plana, seca, parecido a una cinta que se retuerce en el eje axial y se torna color café oscuro al madurar.

Distribución y ecología

El tsalam es una planta originaria del sur de Florida, las Bahamas y Caribe, sur de México y norte de Centro América. En México se distribuye en toda la Península de Yucatán y Chiapas, llegando hasta el sureste de Estados Unidos de Norteamérica (Florida), Centroamérica (Belize y Guatemala) y las Antillas. Habita en clima cálido húmedo a seco y su hábitat es en selva baja caducifolia, sabana, selva mediana subcaducifolia y selva mediana subperennifolia. Es especie pionera de áreas que han sido perturbadas por incendios, enriqueciendo la tierra con nitrógeno.

Usos

La madera del tsalam es de gran valor comercial, resistente al deterioro y fácil de trabajar (López Torres & Tamarit Urias, 2005). También es muy usada para leña (Quiroz Carranza & Orellana, 2010). El árbol es citado como nectarífero y productor de polen (Souza Novello, 1981; Suarez Molina, 1981). En el estado de Yucatán esta planta es recomendada para curar llagas o heridas, empleando las hojas que se asan o tuestan para hacer un polvo que se coloca sobre la parte afectada (Medicina Tradicional Mexicana, 2009). Otro aprovechamiento de este árbol es para lograr sombra, como forrajera para ganado bovino y equino y para obtención de postes y construcción de cerco vivo (Flores, 2001).

Sinonimia: *Acacia bahamensis* (Benth.) Griseb., *A. formosa* A. Rich., *A. latisiliqua* (L.) Willd., *Leucaena latisiliqua* (L.) Gillis, *L. bahamense* Benth., *L. sabicu* Benth., *Mimosa latisiliqua* L.



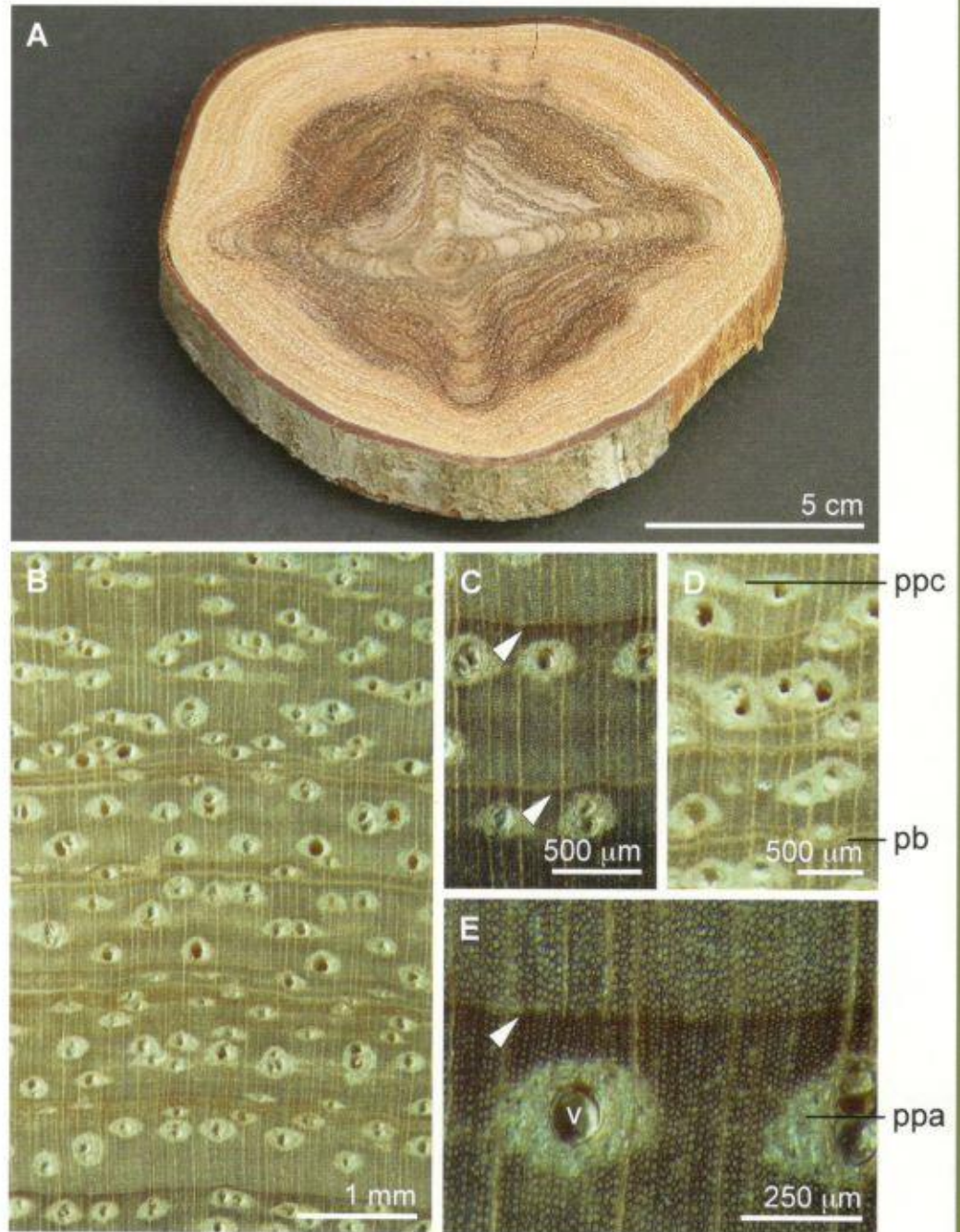
Madera y anillos de crecimiento

La madera del tsalam presenta el duramen de color castaño rojizo oscuro a claro. La albura es castaño rosáceo claro a blanquecino (Figura A). No presenta olor o sabor distintivo. Alcanza buen brillo cuando es pulida y es madera de mediana dureza y peso, con densidad de 0,77 g/cm³ (Record & Hess, 1943). Es madera muy durable a los agentes destructores.

La porosidad es difusa pero en algunas áreas tiende a ser semianular (Figura B). Los poros son medianamente grandes, circulares, solitarios, a veces reunidos en pares y raramente en cadenas radiales cortas. El parénquima axial es medianamente abundante, apotraqueal difuso, paratraqueal vasicéntrico y aliforme, en ocasiones confluyente y formando cortas bandas tangenciales (Figuras B, C, D). También se presenta como parénquima bandeado marginal, con 2 a 4 células de espesor (Figura E). Las fibras tienen paredes finas.

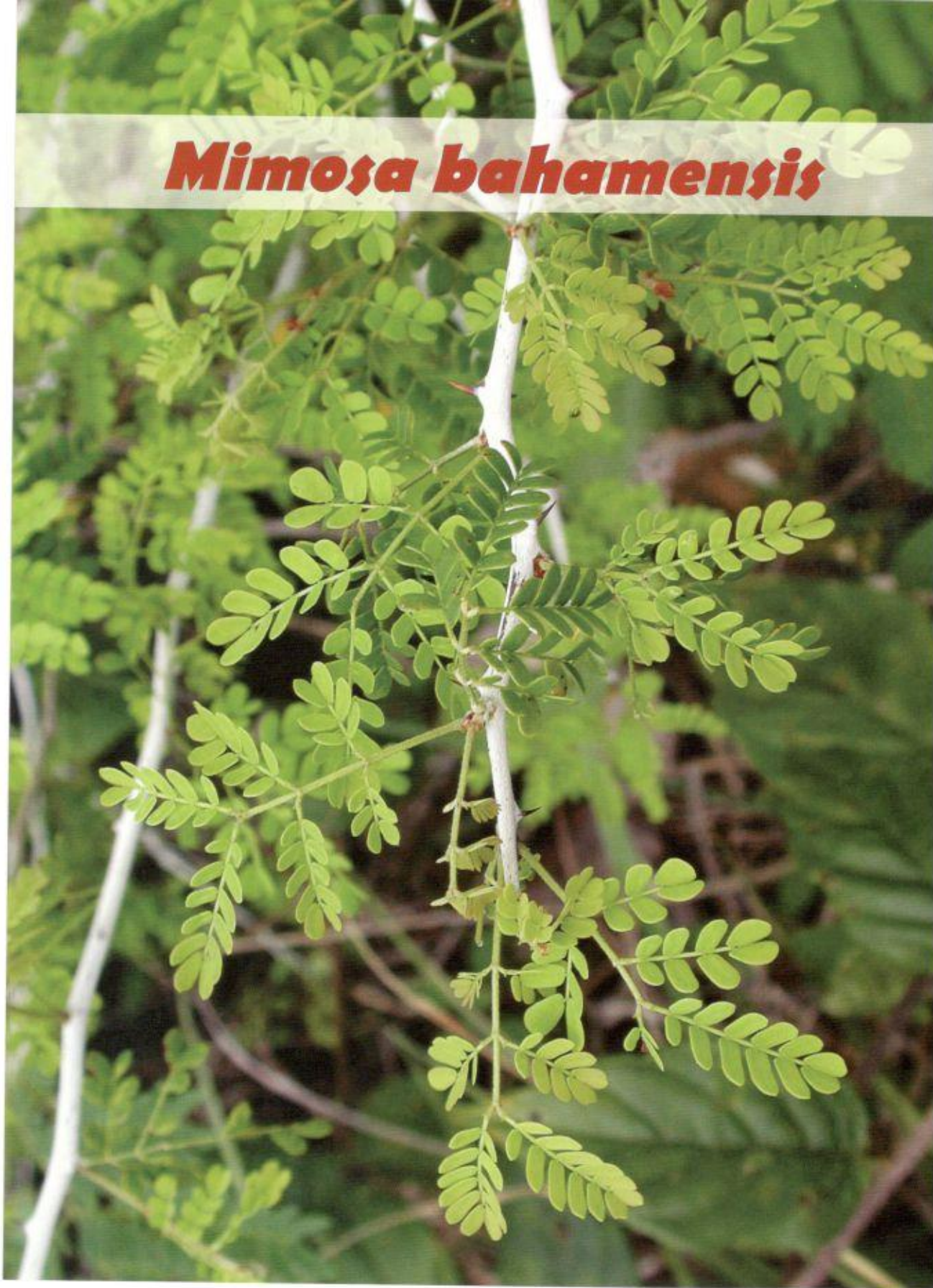
Los anillos de crecimiento de tsalam son difíciles de distinguir, pero están delimitados por una zona de parénquima marginal y por fibras con paredes engrosadas (Figuras D, E). Durante el estadio juvenil, esta madera puede formar anillos o zonas de crecimiento en ondas irregulares, que en la madurez de la planta se hacen más uniformes y circulares (Figura A). En algunas porciones con anillos ondulados, se presentan zonas de crecimiento poco desarrolladas y de apariencia comprimida, lo que dificulta el reconocimiento del límite de los anillos. Por ello, la distinción de los anillos es más sencilla en las zonas expandidas de la onda.

Rebollar *et al* (1996-1997) analizaron muestras de la madera de *Lysiloma latisiliquum* (publicado bajo el sinónimo *L. latisiliqua*) procedentes de Quintana Roo, México, indicando que los anillos de crecimiento están demarcados por parénquima, en nuestra opinión, marginal. Barajas Morales & Gómez (1989) citan que *Lysiloma microphylla* de la selva baja caducifolia de Chamela, México, presenta anillos de crecimiento distinguibles por porosidad anular y parénquima marginal. En un intento por conocer detalles del crecimiento de *L. latisiliquum*, López Torres & Tamarit Urias (2005) emplearon datos de parcelas permanentes en Campeche, México, para calcular los crecimientos diametrales en 20 años de observación. Estos autores concluyen que *L. latisiliquum* alcanza un crecimiento medio para las condiciones ambientales consideradas. Sin embargo, estas estimaciones podrían ser optimizadas si se analizara el crecimiento midiendo el ancho de los anillos de crecimiento anual, lo que permitiría diferenciar, por un lado crecimiento juvenil de adulto y por el otro estimar las variaciones en las tasas de crecimiento individual en función de la competencia que se establece entre los árboles por aprovechar los distintos recursos abióticos.



Lysiloma latisiliquum. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C, D y E vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas), parénquima axial y fibras de leño tardío, respectivamente. Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 815.

Mimosa bahamensis



Etimología

Mimosa, deriva del griego mimo = mimo o imitador, en referencia a la relación entre la sensibilidad de las hojas de varias especies que se pliegan al ser tocadas, imitando la mano que las toca; *bahamensis*, de las Islas Bahamas.

Nombre Maya

Sak-katsim, saskatsim (Arellano Rodríguez *et al*, 1992).

El árbol

Mimosa bahamensis Benth. es un arbusto o pequeño árbol que alcanza 3 m de altura, de ramas grisáceas con fuertes espinas oscuras. La corteza es de tonalidad gris a castaño con fisuras profundas de trayectoria vertical. Las hojas son alternas, compuestas, bipinadas o pinadas, con folíolos oblongos de ápice obtuso-redondeado. Las flores, blancas, se ordenan en racimos hacia el final de los tallos. El fruto es una legumbre plana, castaña, característica por poseer los bordes alados, dentados y los flancos munidos de largos pelos leñosos rojizos. Los artejos son marcados y contienen una semilla por cada segmento.

Distribución y ecología

El saskatsim es una planta que crece desde clima cálido y húmedo a muy seco o desértico. En Yucatán es citada como elemento de la selva baja caducifolia, selva baja caducifolia con cactáceas columnares y en áreas perturbadas, como vegetación secundaria. Por ello es un arbusto común en cercanías de rutas y campos recientemente abandonados (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). Es planta decidua durante la estación seca.

Usos

Se considera que esta planta es buena productora de polen para abejas. Es requerida como ornamental, en construcción de artesanías y para construcción de cerco vivo (Flores, 2001). También es empleada para leña y carbón. En medicina popular, el líquido espumoso que se obtiene al calentar la madera es utilizado para ciertos tratamientos curativos en niños (Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

Sinonimia: *Mimosa hemiendyta* Rose & Rob., *Pteromimosa bahamensis* (Benth.) Britton, *P. hemiendyta* (Rose & Rob.) Britton



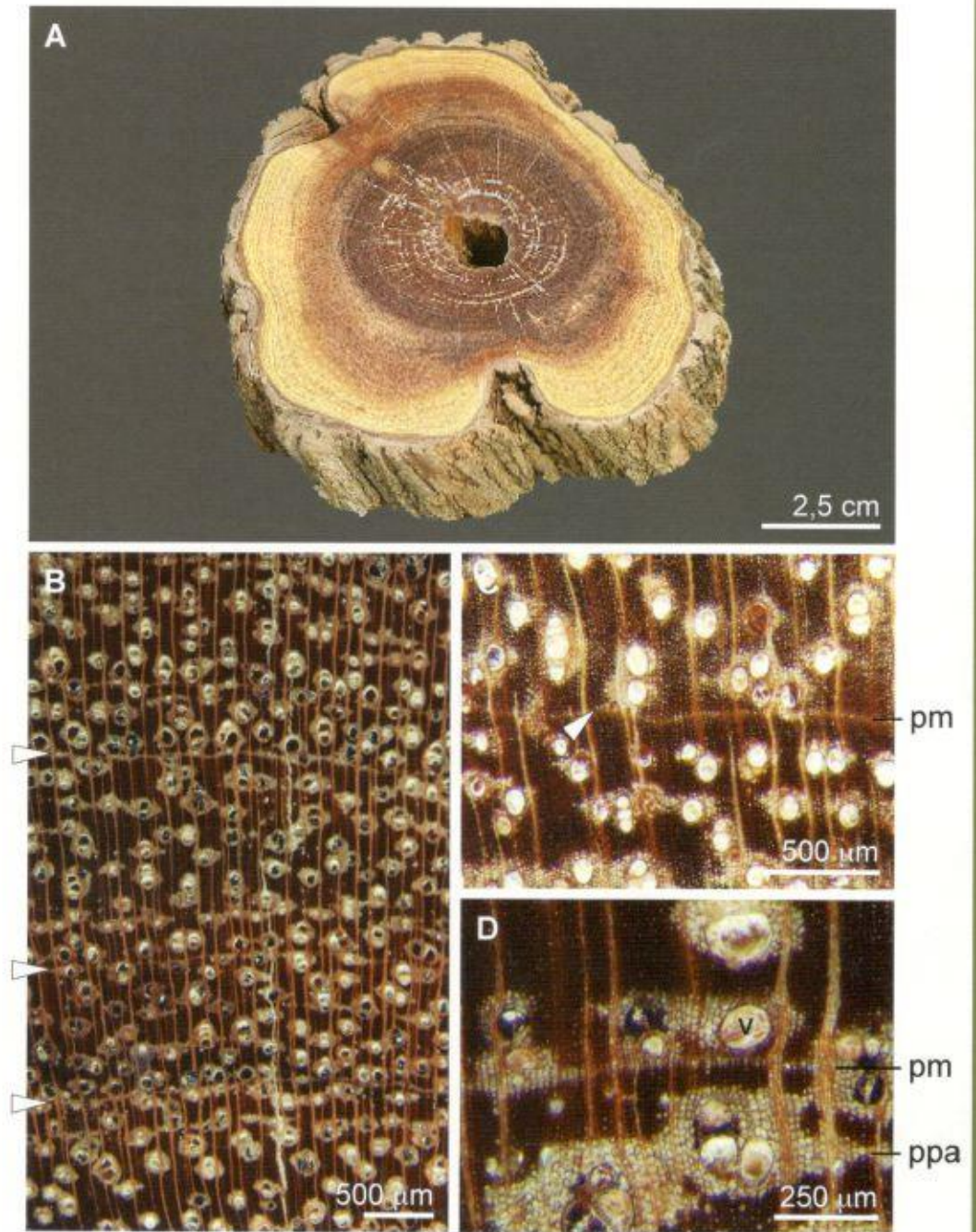
Madera y anillos de crecimiento

Madera con el duramen de color pardo rojizo oscuro y la albura amarillenta (Figura A). La zona de transición entre albura y duramen tiene tinte rojizo más claro. Esta madera tiene muy buen lustre cuando es pulida y es medianamente dura y pesada, con densidad de 0,66 g/cm³.

En el plano transversal se observa que esta madera tiene porosidad difusa (Figura B). Los poros son de tamaño mediano, con sección circular a levemente ovalada. Algunos se encuentran ocluidos por sustancias gomosas. Estos poros se presentan solitarios y agrupados en cadenas radiales de 2 a 4 vasos (Figuras C, D). El parénquima axial es relativamente abundante, de tipo paratraqueal vasicéntrico, unilateral, aliforme, aliforme confluyente y presentándose también como marginal (Figura D). Los radios son abundantes y finos y las fibras tienen paredes gruesas.

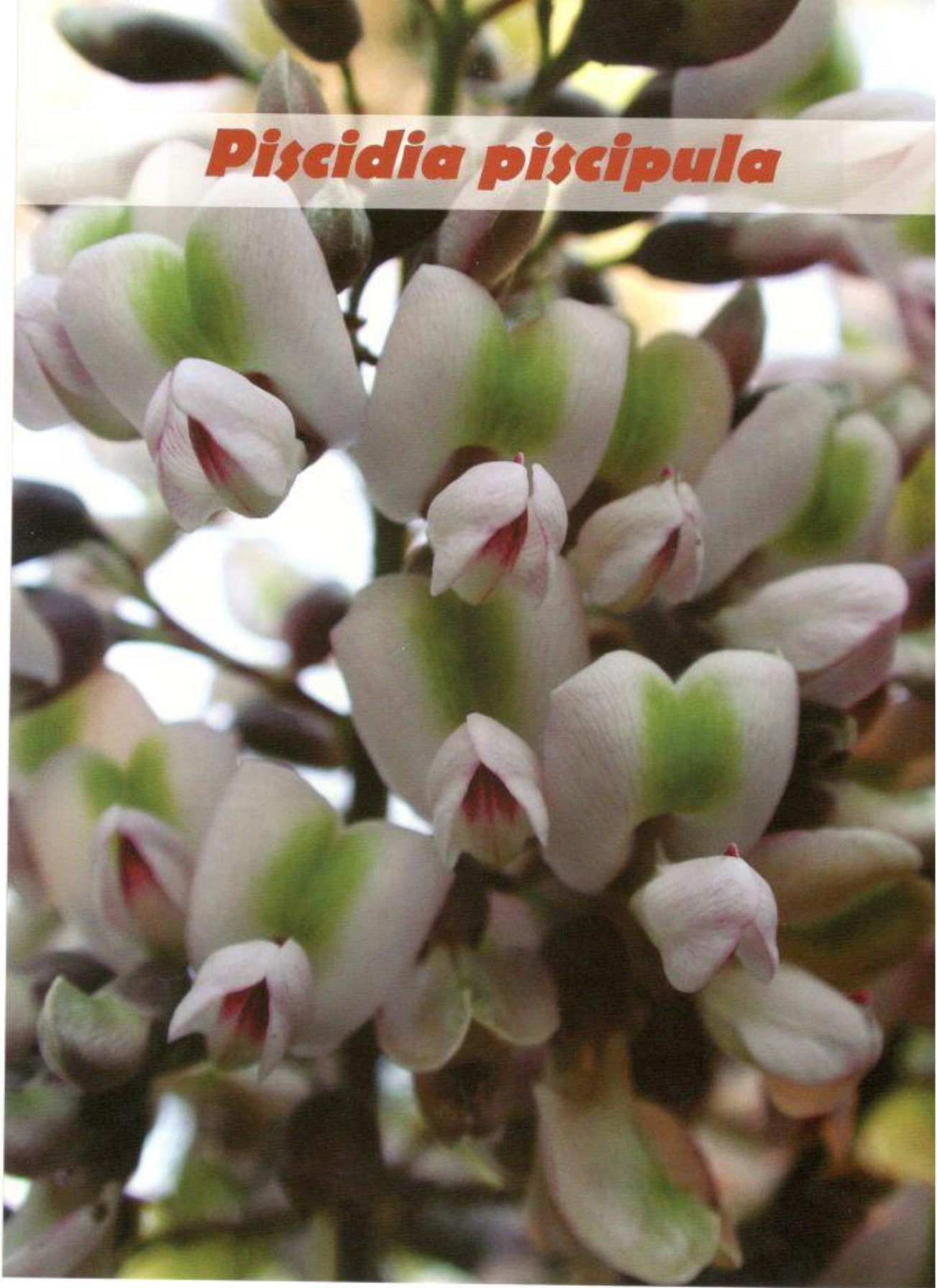
Los anillos de crecimiento en el sak-katsim se observan con dificultad a simple vista pero mediante una lupa de aumento se ven delimitados por la presencia del parénquima axial marginal. Este parénquima usualmente está presente en el perímetro circular del anillo de crecimiento aunque a veces suele desaparecer dando lugar a anillos discontinuos.

Barajas Morales & Gómez (1989) citan que *Mimosa arenosa* de la selva baja caducifolia en Chamela, México, presenta anillos distinguibles por la porosidad de tipo anular a semianular y por fibras de leño tardío con paredes más gruesas. No existen experiencias anteriores sobre el análisis dendrocronológico en especies de *Mimosa*.



Mimosa bahamensis. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, vista de la porosidad difusa y anillos de crecimiento (flechas). C, detalle del límite del anillo de crecimiento por parénquima marginal (flecha). D, detalle del parénquima axial vasicéntrico y marginal. Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con números de colección X-FR 802, 808.

Piscidia piscipula



Etimología

Piscidia, del latín *piscis*, pez, y *caedo*, matar. Género y especie están ambos referidos a la propiedad que confieren tanto hojas como corteza de raíces para anestesiar y matar peces.

Nombre Maya

Ha'bin, ha'abin, ha'abi', ha'bim, ja'abin, jabín (Arellano Rodríguez *et al*, 1992) o jabón en Yucatán.

El árbol

Piscidia piscipula (L.) Sarg. es un árbol que alcanza hasta 20 m de altura, formando copa densa y caducifolia. El tronco es generalmente recto y presenta una corteza amarillenta a grisácea con fisuras que se desprenden con relativa facilidad. Las hojas son ovadas, compuestas imparipinnadas, cuyos folíolos son elípticos, verde oscuros y de margen entero. Las flores se presentan en panículas ligeramente perfumadas, con pétalos rosados o ligeramente morados. Florece entre febrero a mayo y forma frutos en forma de vaina con alas de color café, alargados y quebradizos al madurar.

Distribución y ecología

El ha'bin es un árbol que se distribuye ampliamente en las regiones del Caribe y de América Central. En México, siempre en la vertiente del Golfo, desde San Luis Potosí hasta Yucatán, donde es muy abundante. Se desarrolla en selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana subperennifolia y subcaducifolia y selva baja caducifolia y caducifolia espinosa.

Usos

La madera del ha'bin es dura, pesada y muy resistente a la pudrición. Es de buena calidad y se usa en construcción de embarcaciones, casas, durmientes y pisos. También se la destina a leña (Quiroz Carranza & Orellana, 2010), carbón y postes. En sistemas agroforestales se usa como soporte vivo en cultivos de pithaya (*Hylocereus* sp, Cactaceae), ya que su corteza es adecuada para que se adhieran estas plantas. Es planta apreciada en apicultura ya que dura 4 meses en floración y produce néctar. Es planta forrajera (Flores, 2001). El Jabín es empleado en programas de reforestación con fines de restauración ecológica o reforestación urbana, con fácil reproducción por estacas. Standley (1930), citando a Gaumer, describe una mezcla de usos medicinales que se basa en extractos de la corteza del tallo y la raíz con aplicaciones en anestesia local, analgésico, antiespasmódico, efectos sedantes, antiinflamatorios y para trastornos respiratorios (McVaugh, 1987). En gran

Sinonimia: *Piscidia communis* (S.F. Blake) Harms, *P. americana* Sessé & Moc., *P. erythina* L., *P. inebrians* Medik., *P. toxicaria* Salibs., *Robinia alata* Mill., *Erythrina piscipula* L., *Ichthyomethia americana* (Sessé & Moc.) Blake, *I. piscipula* (L.) Hitch.

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



cantidad resulta tóxico y esto ha sido aprovechado (un tipo de flavonoide, la rotenona) en control de insectos. Las poblaciones del Caribe y América Central la emplean para envenenar peces. Es árbol citado como fuente de polen y néctar (Souza Novello, 1981; Suarez Molina, 1981).

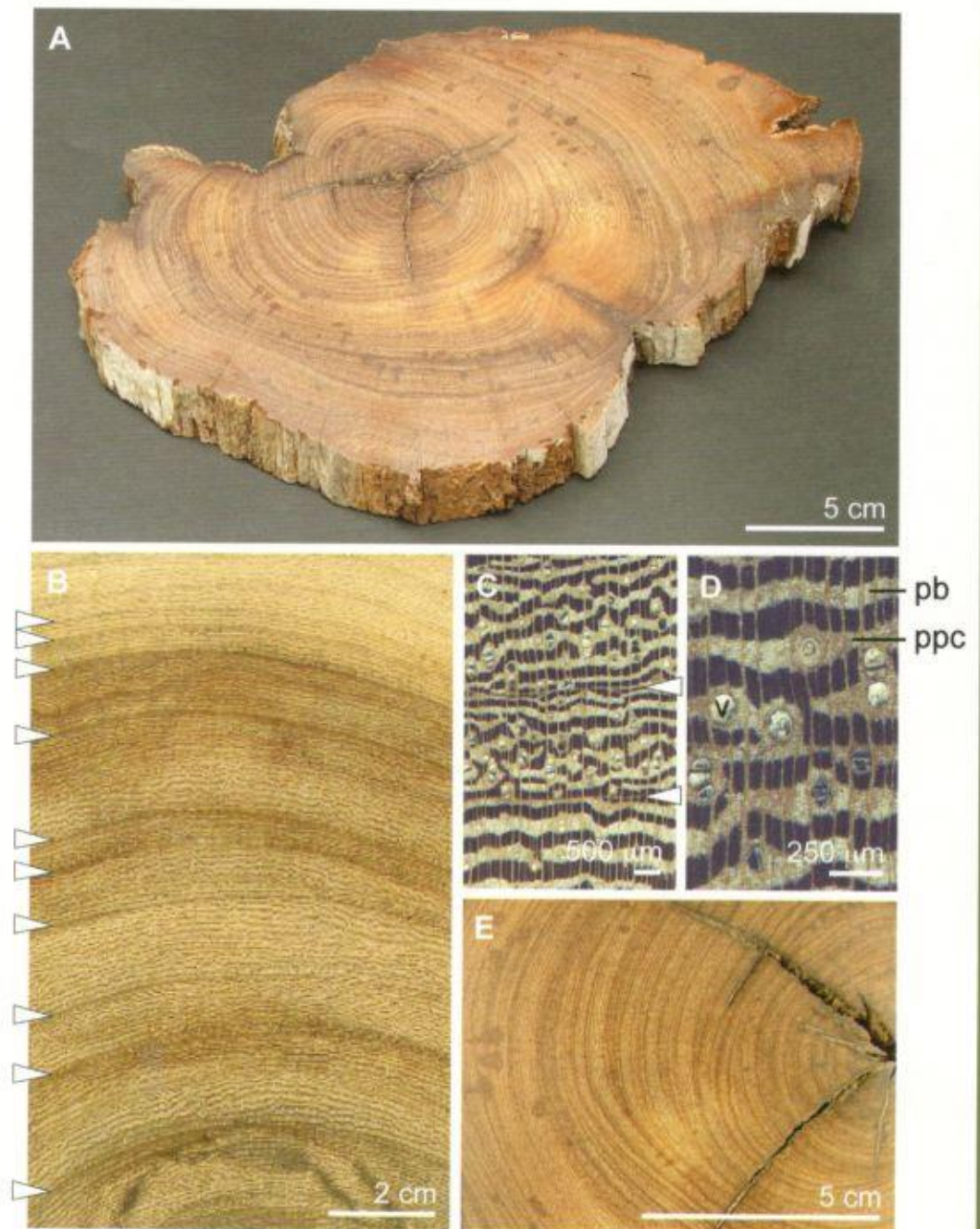
Madera y anillos de crecimiento

La albura es amarillo cremosa y el duramen es castaño con tendencia a rojizo o verdoso (Figura A) pero al paso del tiempo y con la exposición al aire se vuelve marrón oscuro. Esta madera no presenta olor ni sabor particular y adquiere un lustre marcado cuando es pulida. Es dura y pesada, con una densidad de 0,80 a 0,90 g/cm³ (Record & Hess, 1943). Es de alta durabilidad, resistiendo a largas estadías en contacto con el suelo.

En el corte transversal se observa que la porosidad es de tipo difusa a semianular (Figura B). Los poros se encuentran solitarios o en grupos de dos, excepcionalmente tres o más (Figura C, D). Son de tamaño mediano y circulares a ovales en su forma. Por lo general están ocluidos con depósitos. El parénquima axial es paratraqueal, vasicéntrico, aliforme y confluyente, formando anchas bandas tangenciales irregulares (Figura D). También se observan finas líneas de parénquima marginal (Figura D) pero que frecuentemente confluyen con el resto del parénquima, por lo que es dificultoso distinguirlas en estas porciones. Los radios son finos y abundantes y las fibras son de pared gruesa.

Los anillos de crecimiento están confusamente delimitados por diferencias de coloración en la última porción del leño tardío. Esto es debido a la abundancia de fibras de paredes muy engrosadas, a la disminución en la cantidad de vasos o poros en esta zona (Figura B, C) y a la presencia del parénquima marginal, el cual es más o menos constante en su recorrido perimetral.

Ruiz Garvia (2008) analizó muestras de diversos árboles de *Piscidia piscipula* y logró confeccionar una cronología de ancho de anillos mediante técnicas dendrocronológicas. La correlación alcanzada al comparar series de crecimiento entre los diferentes árboles superó el 67%, lo que indica que la variación en el crecimiento de cada uno de los distintos árboles analizados se encontraba influida por un factor común de variabilidad ambiental. En este sentido, la cronología demostró estar positivamente correlacionada con las variaciones de la precipitación anual y también con la que se acumula entre marzo y octubre. Estos resultados son interesantes, considerando que *P. piscipula* se encuentra ampliamente distribuida en las selvas de Yucatán, con lo cual podría construirse una red espacial de cronologías de anillos de estos árboles para la región.



Piscidia piscipula. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, zonas de mayor coloración consideradas límites de anillos de crecimiento (flechas). C, detalle del límite de anillos de crecimiento (flechas). D, vista del parénquima axial vasicéntrico y marginal. E, vista de la zona juvenil de la madera, próxima a la médula. Madera de Hocaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con números de colección X-FR 744, 760, 769, 794.

Pithecellobium unguis-cati



Etimología

Pithecellobium, deriva del griego pithekos = mono y ellobion = aro, arete, es decir, arete de mono, en referencia a los frutos péndulos, retorcidos.

Nombre Maya

ts'itsínche, ts'inché, piliil, sakchucwm, tsiuche, ts'uyche y guamuchil en otras áreas de su amplia distribución.

El árbol

Pithecellobium unguis-cati (L.) Benth. alcanza hasta 20 m de altura y desarrolla troncos entre 40 a 60 cm de diámetro. La corteza es lisa, color gris verdoso con manchas blanquecinas. Presenta pliegues transversales muy marcados y gruesas espinas, particularmente en los rebrotes de tocón y raíz. Desarrolla una copa redondeada e irregular que sostiene hojas alternas, compuestas bipinadas con un par de pinas por hoja y 4 foliólulos. Las flores son de coloración verde-amarillo pálido, fragantes y están agrupadas en densas cabezuelas. Los frutos son delicadamente espiralados y de color rojo brillante a la madurez. Además, se presentan irregularmente engrosados, articulados y contienen semillas negras brillantes con arilo blanco.

Distribución y ecología

El ts'itsínche se distribuye naturalmente en las selvas mediana caducifolia y baja espinosa, tanto en la vertiente del Golfo y la parte más seca de Yucatán como en la vertiente del Pacífico desde Baja California y Sinaloa continuando por América Central hasta los valles secos andinos de Colombia central. Es muy resistente a la sequía y se adapta a un amplio rango de suelos. Es especie heliófila siempreverde y colonizadora de terrenos abiertos y perturbados, especialmente por ganado, el cual ayuda a dispersar la semilla. Se asocia a *Prosopis laevigata* en los llanos y es considerada maleza fuera de su distribución natural por su agresiva capacidad de rebrote.

Uso

La madera del ts'itsínche es difícil de trabajar, pero logra una terminación muy buena. Se la emplea en construcción, postes para cerca, carbón y leña con alto poder calorífico (5.500 kcal/kg). Sus frutos se aprovechan como alimento y sus semillas poseen alto valor proteico, consumiéndose fresco (Flores, 2001). Es árbol usado como ornamental y para sombra. En América Central, *Pithecellobium unguis-cati* es una planta de uso muy antiguo en terapéutica,

Sinonimia: *Acacia obliquifolia* Martens & Galeotti, *Feuilleea dulcis* (Roxb.) Kuntze, *Inga dulcis* (Roxb.) Will., *I. javana* DC., *I. leucantha* Presl., *I. pungens* Hum. & Bonpl., *Mimosa dulcis* Roxb., *M. pungens* (Hum. & Bonpl.) Poir., *M. unguis-cati* Blanco, *Pithecellobium bertolonii* Benth., *P. littorale* Britton & Rose, *Zygia dulcis* (Roxb.) Lyons.



encontrándose propiedades en madera, corteza y hojas. La corteza es rica en taninos y es empleada por sus propiedades astringentes mientras que los extractos de ramas son relacionados a propiedades antibióticas. Los taninos de la corteza son también empleados en curtiembre (Rocas, 1986). La goma que se extrae del tallo es rica en mucílago similar a la goma arábica. Es planta melífera (Souza Novello, 1981; Suarez Molina, 1981) y se emplean sus vainas y hojas como forraje durante la época seca.

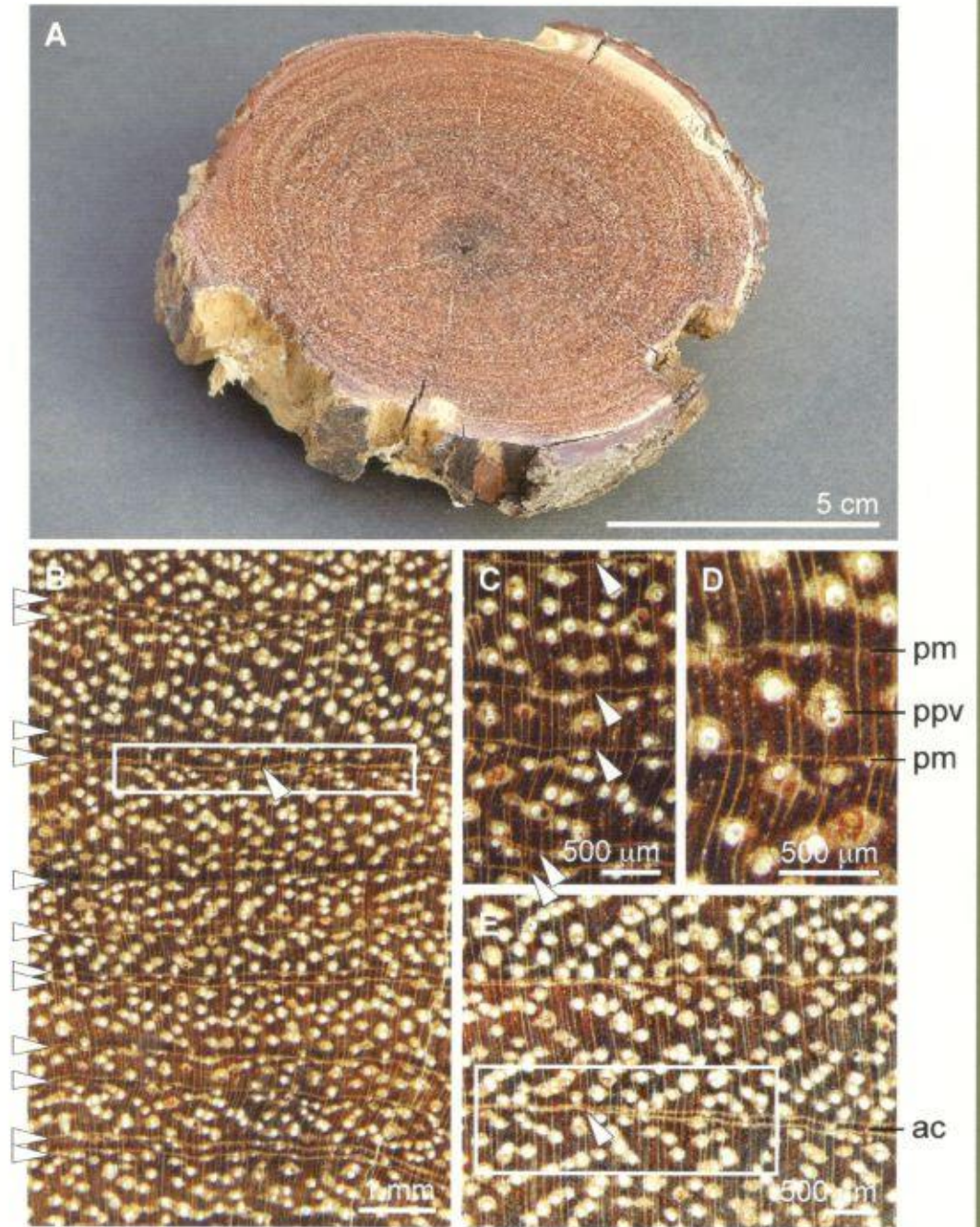
Madera y anillos de crecimiento

El ts'itsínche tiene una madera con notable diferencia de color entre albura y duramen, este último de color castaño rojizo oscuro y la albura de color amarillo claro o castaño, con tonalidades rojizas (Figura A). Tiene un leve aroma y es de sabor ligeramente amargo. Alcanza buen acabado y lustre cuando es pulida y es muy dura y pesada, con densidad de 1,0 g/cm³ (Barajas Morales & Gómez, 1989).

En el plano transversal se observa la porosidad difusa, con poros pequeños, abundantes y de sección circular (Figuras B, C). Son principalmente solitarios y en escasos grupos de dos a tres vasos. El parénquima axial es abundante, de tipo paratraqueal aliforme y con tendencia a unilateral. También se presenta parénquima marginal formando una línea de pocas células de espesor (Figura D). Los radios son finos y numerosos y las fibras presentan paredes gruesas.

Los anillos de crecimiento son distinguibles mediante una lupa y se observan delimitados principalmente por el parénquima marginal (Figuras B, C, flechas). Este parénquima es frecuentemente discontinuo, formando anillos en cuña o localmente ausentes (Figura E, recuadro), lo cual dificulta el proceso de datación de los anillos de crecimiento.

De acuerdo a Barajas Morales & Gómez (1989) *Pithecellobium dulce* y *P. mangense* de selva baja caducifolia en Chamela, México, presenta anillos de crecimiento inconspicuos. Worbes (2002) cita que *Pithecellobium inaequale*, de los sistemas de várzea en Brasil, muestra anillos de crecimiento, los que podrían ser empleados en estudios dendrocronológicos. No se registran experiencias anteriores sobre el empleo de *Pithecellobium unguis-cati* en estudios dendrocronológicos.



Pithecellobium unguis-cati. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas y recuadro). D, detalle del parénquima marginal axial. E, detalle de un anillo en cuña por la confluencia de dos líneas de parénquima marginal (recuadro y flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Madera analizada con número de colección X-FR 800.

Senna racemosa



Etimología

Senna, derivado del vocablo árabe sana o sanna, para designar especies que tienen hojas o vainas con propiedades catárticas o laxantes. El epíteto *racemosa*, del latín racemosus, se refiere a las inflorescencias en racimos que presenta esta especie.

Nombre Maya

X-k'an ja'abin, xcanlol, kantumbu.

El árbol

Senna racemosa (Mill.) H. S. Irwin & Barneby es un árbol o arbusto que alcanza hasta 10 m de altura, con ramas pubescentes rojizas y follaje verde brillante. La corteza del tronco es de color gris. Las hojas son compuestas bipinadas, paripinadas, de hasta 25 cm de longitud, con folíolos oblongo-lanceolados de hasta 6 cm de longitud, de base obtusa y ápice obtuso a agudo, con margen entero. Las flores son amarillas, fragantes, reunidas en inflorescencias racemosas, de posición axial, en racimos cortos. El fruto es una vaina con base atenuada y ápice mucronado.

Distribución y ecología

El x-k'an ja'abin tiene distribución neotropical y en México se encuentra en los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas y en la Península de Yucatán (Standley, 1930). Es planta que crece bajo clima cálido subhúmedo, en selva alta perennifolia, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia y también como parte de vegetación secundaria de bordes de caminos, campos de cultivo, etc (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). Es una planta brevemente decidua durante la estación seca.

Usos

Esta especie tiene una madera que es empleada en construcción y para obtención de leña y carbón (Flores, 2001). También es destinada para construcción de mangos de herramienta, obtención de durmientes, postes para casas, en cercas y como madera sustituta del guayacán. Esta planta es citada como melífera (Flora Digital Península de Yucatán, 2010) y recomendada como ornamental y empleada en construcción de cerco vivo. Debido a sus propiedades nutricionales, *S. racemosa* es indicada como forrajera (Cab Jiménez, 2011).

Sinonimia: *Cassia ekmaniana* Urb., *C. racemosa* Mill., *Gaumerocassia ekmaniana* (Urb.) Britton

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



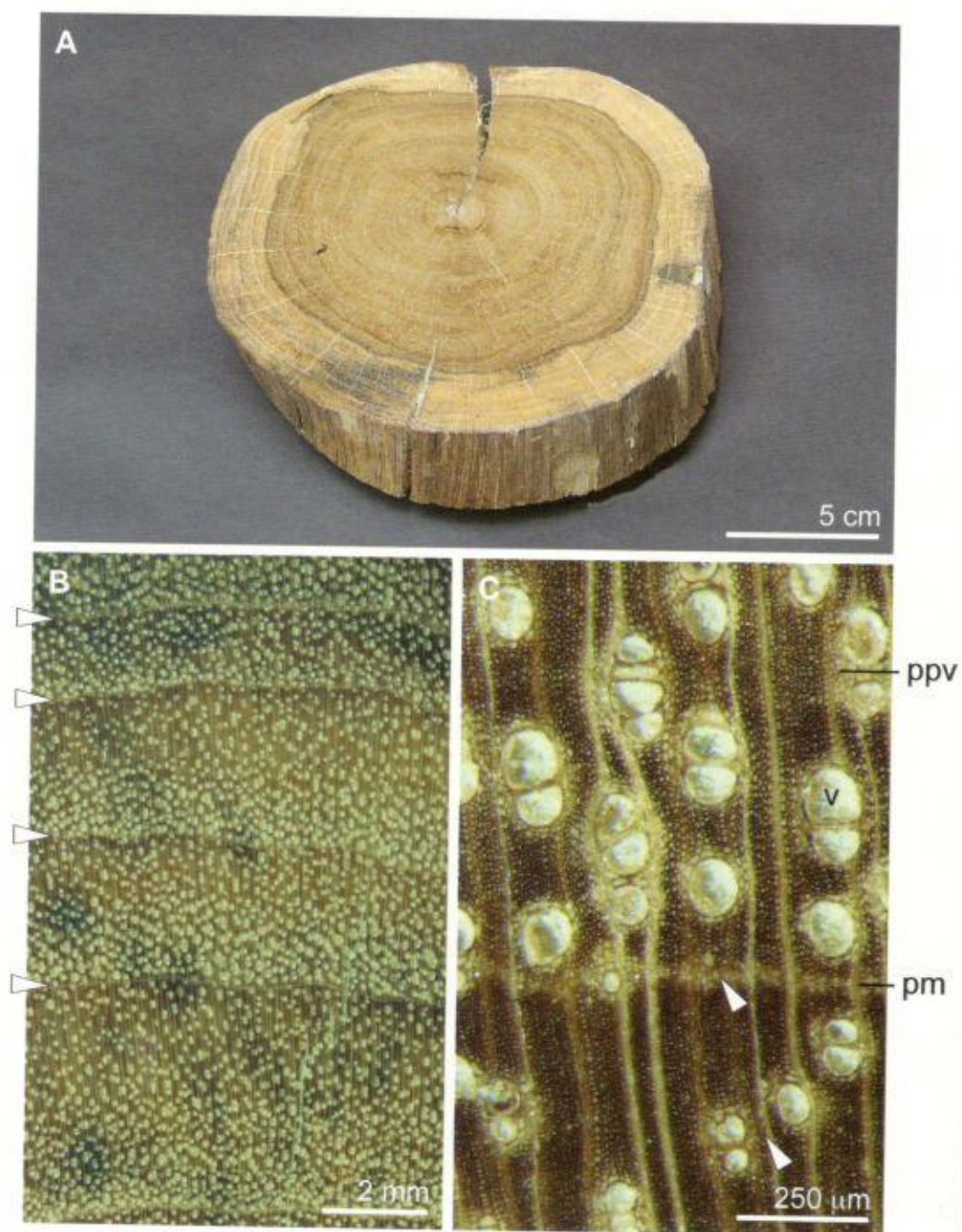
Madera y anillos de crecimiento

La madera del x-k'an ja'abin es de color castaño oscuro con tonalidades amarillentas en el duramen y albura de color castaño claro, ligeramente amarillento o blanquecino (Figura A). No presenta olor ni sabor particular y su brillo al pulir es mediano. Es una madera relativamente dura, con densidad de 0,76 g/cm³.

En el plano transversal se observa que la porosidad es de tipo difusa o con tendencia a semianular debido a una mayor agrupación de poros en la madera temprana (Figura B). Los poros son de sección oval a circular, numerosos, pequeños y se presentan solitarios y en cadenas radiales de dos a cuatro poros (Figuras B, C). El parénquima axial es paratraqueal vasicéntrico (Figura C) y puede presentarse aliforme y confluyente y como una línea marginal integrada por pocas células de espesor (Figura C, flecha). Los rayos son numerosos y finos, dominando los biseriados. Las fibras poseen paredes medianamente gruesas (Rebollar & Quintanar, 1998).

Los anillos de crecimiento del x-k'an ja'abin se observan a simple vista y están delimitados por el parénquima marginal y por una mayor abundancia de vasos en la madera temprana, que se hacen más evidentes por estar rodeados por el parénquima paratraqueal vasicéntrico (Figuras B, C). Estos anillos de crecimiento tienen una relativa uniformidad circular y en algunos casos los anillos se ensanchan o angostan provocando distorsiones locales en el valor del ancho del anillo. Los anillos de crecimiento están mejor delimitados en la madera madura.

Rebollar & Quintanar (1998) indican que *Senna racemosa* creciendo en Quintana Roo, tiene anillos de crecimiento demarcados por parénquima (marginal) axial. Silva *et al* (1989) indica que *Cassia spectabilis* (= *Senna spectabilis*), de bosque tropical decídúo con estación seca en Venezuela, tiene anillos de crecimiento demarcados, aunque a diferencia de las especies anteriores, el límite estaría demarcado por fibras de gruesas paredes en el leño tardío. En clima lluvioso de Mata Atlántica en Brasil, Botosso *et al* (2010) cita que *Senna multijuga* presenta anillos de crecimiento que correlacionan con precipitación y temperatura. No hay antecedentes sobre el empleo de *S. racemosa* en estudios dendrocronológicos.



Senna racemosa. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la porosidad, anillos de crecimiento (flechas) y distribución de poros y parénquima axial. Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 746.

Tamarindus indica



Etimología

El nombre genérico deriva de lengua árabe tamer = datil e hindi = hindúes y significa dátíl de los hindúes. El nombre específico es referido a planta de la India, aunque no es este su origen.

Nombre Maya

Pahxuhuc (Arellano Rodríguez *et al*, 1992). También conocido como tamarindo.

El árbol

Tamarindus indica L. es un árbol inerme, de unos 10 a 15 m de altura y corto tronco de 10 a 30 cm de diámetro con corteza color gris oscuro, rugosa y con fisuras. Se citan excepcionales árboles de 25 m de altura y tronco de 2,5 m de diámetro (Morton, 1987). Las hojas son compuestas, paripinnadas, de 5 a 13 cm de longitud, glabras, con folíolos opuestos y oblongos de ápice redondeado y base oblicuamente obtusa. Presenta pequeñas estípulas caducas. Las inflorescencias se presentan en racimos cortos de pocas flores cigomórficas con pétalos muy vistosos, amarillos rayados de rojo, los superiores ensanchados y los pétalos inferiores reducidos a cerdas. El fruto es una vaina gruesa, linear a levemente falcada, de ~10 cm de largo y color café claro, indehiscente, la que contiene semillas de forma orbicular y separadas por septos.

Distribución y ecología

El pahxuhuc es un árbol de hoja persistente nativo de las savanas secas del África tropical. Fue introducido desde épocas de la colonia y cultivado en muchas regiones tropicales y subtropicales de América, asociado a bosques tropicales caducifolio, subcaducifolio y perennifolio. Es cultivado en huertos familiares, solares y terrenos para su cultivo. Es árbol ornamental en zona urbana.

Uso

La calidad de la madera del Tamarindo es comparada con la del mahogany (*Swietenia* sp.) debido a su coloración. Es madera dura y por ello difícil de trabajar. Sin embargo es excelente material para construcción de muebles pequeños, tornería y madera de construcción. Es también usada como combustible. El árbol se usa también como ornamental y fijador de márgenes de canales. El fruto es apreciado como comestible (Flores, 2001) al aprovechar las legumbres que se consumen frescas o transformadas en bebidas pero también como medicinal, al observarse acción antibiótica, antipirética, diurética y laxante (Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

Sinonimia: *Tamarindus occidentalis* Gaerth., *T. officinalis* Hook., *T. umbrosa* Salisb.

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



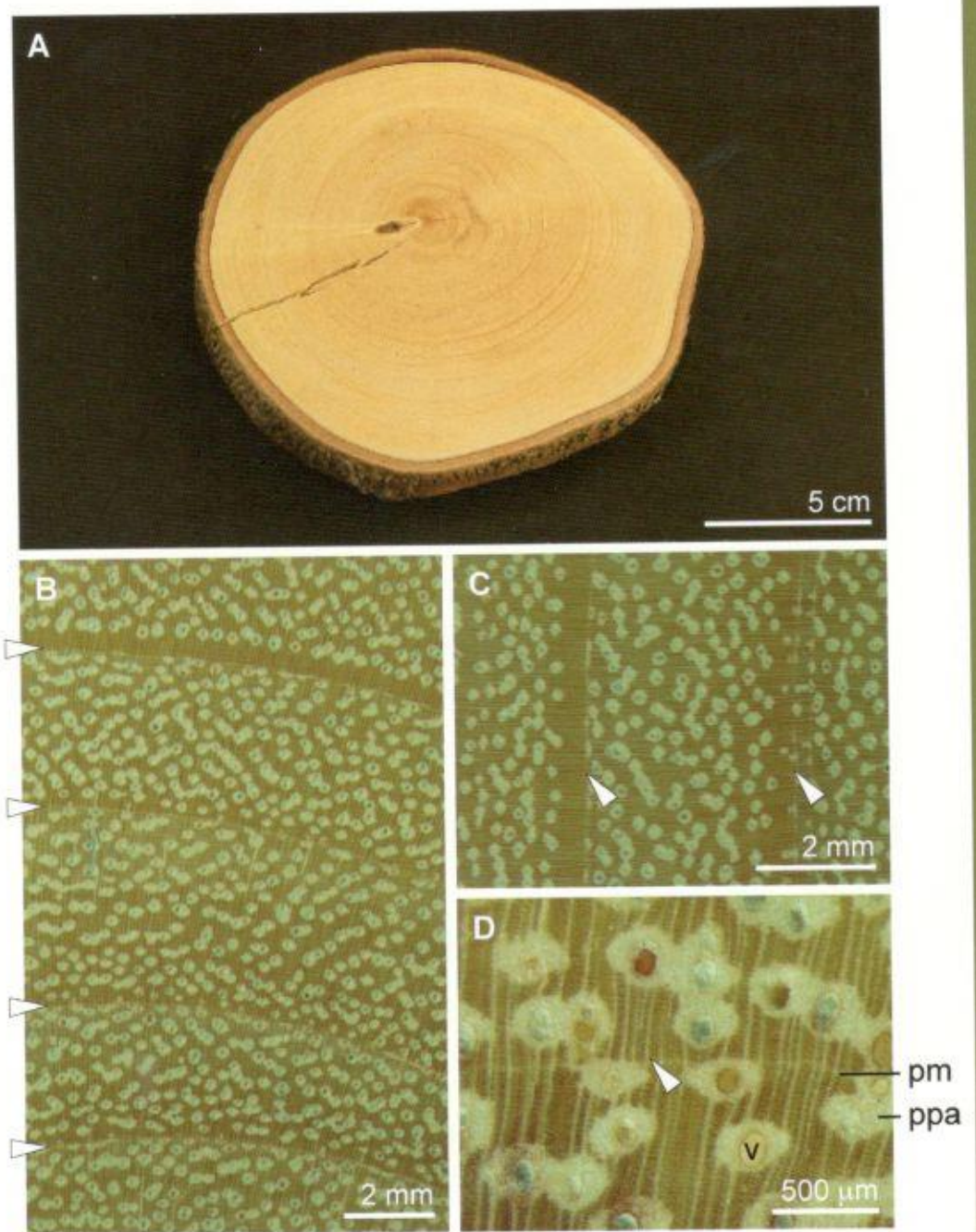
Madera y anillos de crecimiento

El duramen es de color castaño pálido rojizo a diferencia de la albura que presenta color castaño amarillento (Figura A). Es madera dura y pesada, con densidad de 0,90 g/cm³.

En el plano transversal se observa porosidad difusa (Figura B) y que los poros se presentan principalmente solitarios y algunos reunidos en pares. Son de sección circular a oval (Figura D). El parénquima axial es abundante, de tipo paratraqueal vasicéntrico y aliforme, en escasas ocasiones confluyente (Figura D). También se lo encuentra como parénquima marginal conformado por una fina línea de 1 a 3 células de espesor (Figura A, flecha). Los radios son numerosos y finos y las fibras presentan pared gruesa.

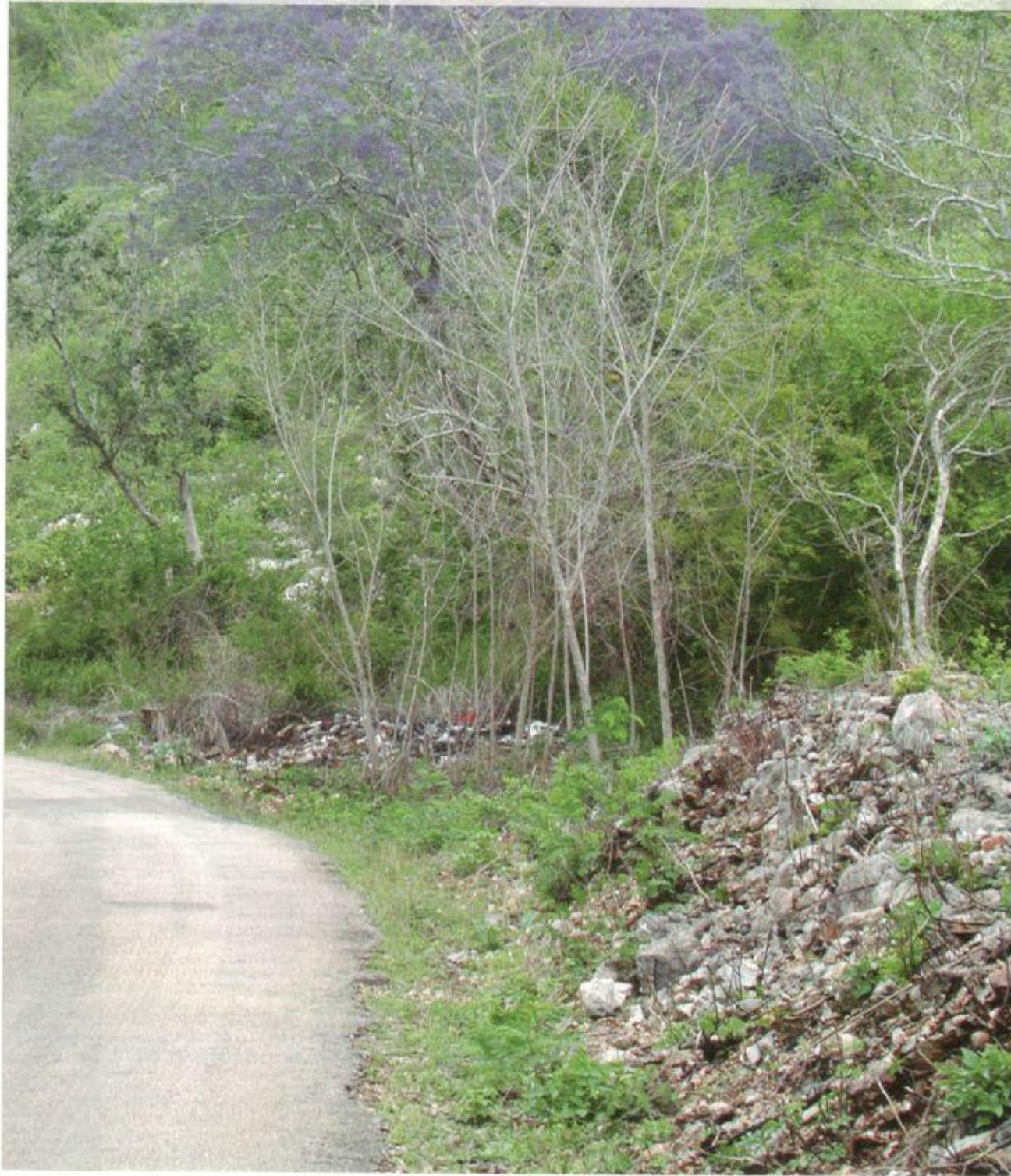
Los anillos de crecimiento están delimitados por la presencia de parénquima marginal (Figura D, flecha). Estos anillos se distinguen mejor con magnificación que a simple vista.

Si bien *Tamarindus indica* tiene anillos distintivos por la presencia de una fina línea de parénquima marginal, estos límites pueden desaparecer por sectores, representando un problema en la comparación de los crecimientos entre árboles (co-datado). Sin embargo, Maingi (2006) considera que es una especie con potencial dendrocronológico debido a que sus anillos son distinguibles y altamente variables en el ancho radial, lo que indicaría posible sensibilidad del crecimiento a algún factor de variabilidad ambiental.



Tamarindus indica. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). D, detalle de la línea de parénquima marginal (flechas) y parénquima vasocéntrico. Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 752.

Vitex gaumeri



Etimología

Vitex es el nombre latino de vitex agnus-castus, o árbol de la castidad. El epíteto específico, *gaumeri*, es en reconocimiento al médico George F. Gaumer (1850-1929), por sus aportes a las exploraciones y colecciones de la flora de Yucatán.

Nombre Maya

Ya'axkinik (Arellano Rodríguez *et al*, 1992), ya'axnik.

El árbol

Vitex gaumeri Greenm. es un árbol que alcanza hasta 20 a 25 m de altura, con copa amplia y extendida. El tronco alcanza 0,6 m de diámetro y presenta corteza lisa de tonalidad café-amarillo. Las hojas son opuestas, palmadas con folíolos elípticos de base obtusa y ápice obtuso a agudo, limbo de margen entero y pubescente. Las inflorescencias son axilares, cimosas, en panículas de 8-30 cm de largo, con flores cortamente pediceladas, con corola bilateralmente simétrica, color azul con blanco y/o amarillo. El fruto es globoso, carnoso, amarillo, con 10 a 20 mm de ancho y de sabor dulce.

Distribución y ecología

El ya'axkinik se distribuye en América Central. En México se encuentra en la Península de Yucatán, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Morelos y Tabasco. También se la encuentra en Centroamérica hasta Nicaragua. Es árbol que crece en selva baja caducifolia, baja inundable, mediana subcaducifolia y mediana subperennifolia, en climas cálido subhúmedo (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). Es árbol caducifolio durante la estación seca (Flores Robles, 2012).

Usos

La madera del ya'axkinik es relativamente durable, por lo que es empleada en construcción rural, fabricación de mangos para herramientas e implementos agrícolas, aglomerados, parquet, embarcaciones y carpintería en general (Rocas, 1986). Es fuente para obtener pulpa de buena calidad para fabricación de papel (Tamarit, 1996). Este árbol es mencionado como importante fuente de polen y néctar para abejas (Souza Novello, 1981) y es requerido como ornamental por sus flores azules. El uso medicinal es referido para tratamientos de asma y resfriados, particularmente empleando las hojas (Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

Sinonimia: *Vitex longeracemosa* Pittier

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



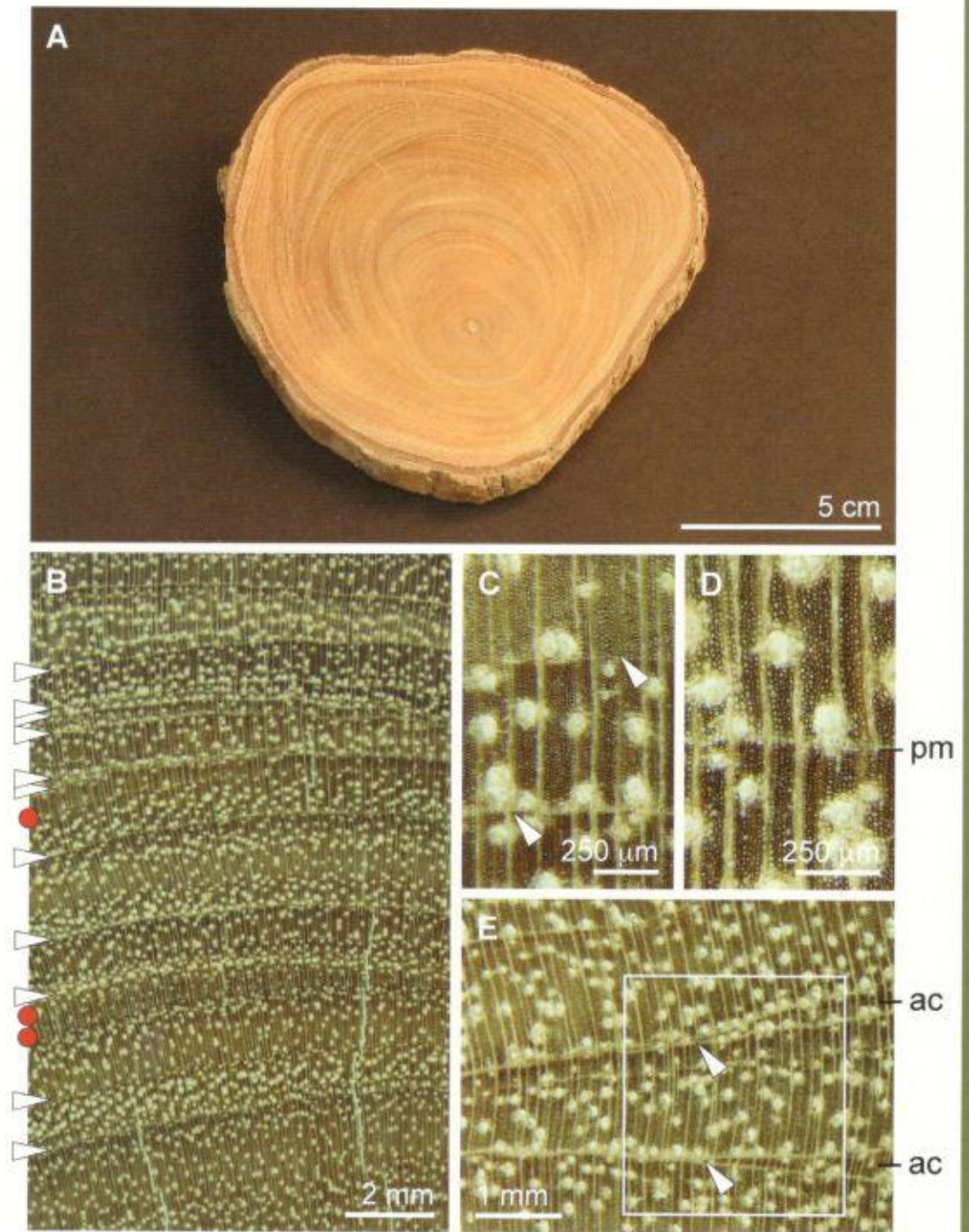
Madera y anillos de crecimiento

La madera del ya'axkinik presenta un duramen de color castaño amarillento-naranja que ocupa casi la totalidad del tronco, aunque cerca de la corteza se presenta una banda de albura muy pequeña del mismo color que el duramen pero de un tono más claro (Figura A). Al pulido presenta un excelente brillo y es de textura fina. Es madera algo dura y pesada, con densidad de 0,67 g/cm³ (Tamarit, 1996).

Es una madera con porosidad semianular a difusa y en la superficie transversal, mediante una lupa, se aprecian los poros que son pequeños, circulares a ovales, solitarios, excepcionalmente agrupados en pares (Figuras B y C). El parénquima axial se presenta como apotraqueal escaso y paratraqueal vasicéntrico y aliforme. También se presenta como una fina (1-3 células) banda de posición marginal (Figuras D y E). Los radios medulares son numerosos y finos y las fibras tienen pared gruesa.

Los anillos de crecimiento se delimitan por la combinación de fibras con paredes muy engrosadas y radialmente aplanadas en la última porción del leño tardío y además por una fina banda de 1-3 células de espesor de parénquima marginal al principio del leño temprano (Figura B, las flechas indican algunos límites de anillos de crecimiento). Los anillos de crecimiento son igualmente notables tanto en la madera juvenil como en la madura. Sin embargo, son muy irregulares en su contorno circular y en ocasiones desaparecen localmente dando lugar a la presencia de anillos discontinuos o en cuña (Figura E).

Existen algunos antecedentes sobre el empleo de especies del género *Vitex* en estudios dendrocronológicos. Jacoby (1989) demostró mediante técnicas dendrocronológicas que *Vitex keniensis* de Kenia forma un anillo de crecimiento por año. Con esta misma especie, Stahle *et al* (1995) desarrollaron una cronología de anillos de crecimiento de plantaciones de *Vitex keniensis*, la cual encontraron significativamente correlacionada con la precipitación de marzo a noviembre. Por otro lado, Acevedo Mallque & Kikata (1994) indican que, en muestras de *Vitex gigantea* de Perú, se forman anillos distinguibles. De acuerdo a Worbes (2002) *Vitex orinocensis* de Caparo en Venezuela, muestra anillos de crecimiento de regular distinción. Este último autor encuentra una situación similar para *V. cymosa* de los sistemas de várzea en Brasil. Además, Baguion *et al* (2010) indican que *Vitex turczaninowii*, un árbol endémico de Filipinas como también *Vitex pinnata* y *V. canescens* de Malasia, tienen anillos de crecimiento distinguibles debido a la presencia de porosidad de tipo anular. León (2011) analizó la anatomía de la madera de cinco especies de *Vitex* de diferentes regiones de Venezuela y encuentra que todas presentan anillos de crecimiento distinguibles, algunas por parénquima marginal (2) y otras por la reducción del diámetro radial de las fibras en el leño tardío (3). Estos antecedentes sobre presencia de anillos de crecimiento, algunos de ellos ya reconocidos como anuales, ameritan se realicen estudios sobre la formación y potencial aplicación en estudios dendrocronológicos de los anillos de *Vitex gaumeri*.



Vitex gaumeri. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la distribución difusa de los poros y de los anillos de crecimiento (flechas). D, detalle del parénquima axial marginal. E, anillo en cuña (recuadro y flechas). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 809.

Malpighia glabra



Etimología

Malpighia, dedicado al médico y fisiólogo italiano Marcelo Malpighi (1628-1694). El término *glabra* deriva del latín *glaber*, que significa glabro, en referencia a la superficie foliar lisa.

Nombre Maya

Boxwayacte', box wayakte', chi, siipche, sipche', kib che'. Se la conoce también con el término de acerola, denominación española y portuguesa, aunque en este último caso es para *Malpighia emarginata* (Lorenzi *et al.*, 2006).

El árbol

Malpighia glabra L. es un arbusto o árbol pequeño que alcanza entre 1 a 6 metros de altura. La corteza del tronco es de color pardo oscuro a grisáceo, muy áspera y con fisuras y escamas. Las hojas son de inserción opuesta, limbo simple de forma oval y margen entero, con forma del ápice entre agudo y acuminado. Las flores tienen pétalos de 10 a 15 mm de longitud, color rojo, pero también rosa o blanco. Están agrupadas en umbelas laterales. El fruto es una drupa redonda, de 1 a 2 cm de diámetro, con piel lisa de color rojo o amarillo, pulpa jugosa y color naranja, conteniendo numerosas y pequeñas semillas.

Distribución y ecología

El boxwayacte' es una planta originaria de América tropical, desde Texas hasta México, donde se distribuye hacia la Península de Yucatán, Chiapas, Oaxaca, Nuevo León, Tamaulipas y Veracruz. Se encuentra esta planta como parte de la vegetación en selva alta perennifolia, baja caducifolia, mediana subcaducifolia y mediana subperennifolia, en clima cálido subhúmedo a muy seco o desértico (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

Standley (1930) cita esta planta como comestible, medicinal y de uso industrial. El jugo del fruto, de sabor ácido, acidulado o dulce, se consume en fresco o conservado. Es muy rico en vitamina C, por lo que esta planta es de gran importancia agronómica. La cocción de la corteza se usa para tratar trastornos intestinales. Las flores de este árbol se citan como importante fuente de néctar y polen (Souza Novello, 1981; Suarez Molina, 1981).

Sinonimia: *Malpighia biflora* Poir., *M. diciplens* Sessé & Moc., *M. fallax* Salisb., *M. lucida* Pav., *M. myrtoides* Motitz, *M. neumanniana* Juss., *M. nitida* Mill., *M. oxycocca* (Poir.) Nied., *M. peruviana* Moric., *M. puniceifolia* L., *M. semeruco* Juss., *M. undulata* Juss., *M. uniflora* Tussac, *M. virgata* Pav.



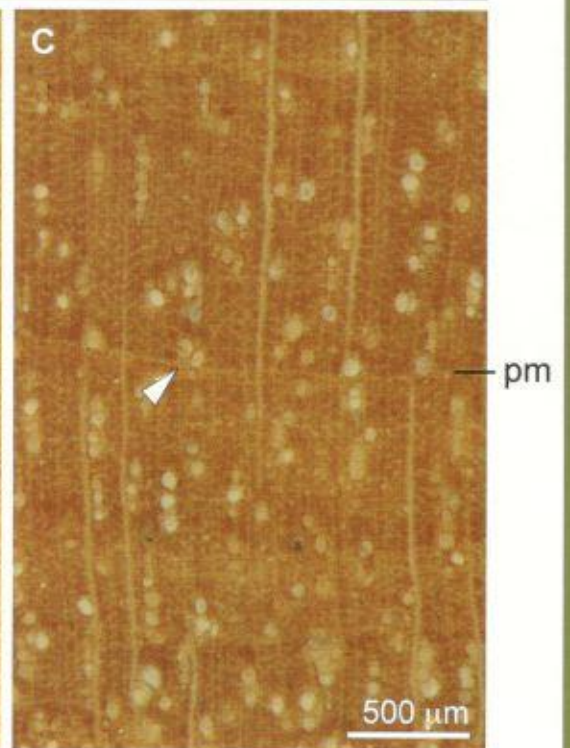
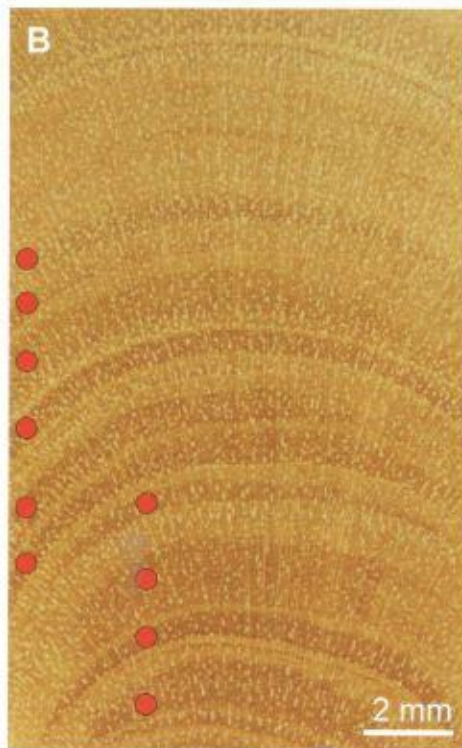
Madera y anillos de crecimiento

La madera de *Malpighia glabra* no presenta diferencia de color entre albura y duramen, siendo en general de color castaño pálido o ligeramente amarillento (Figura A).

En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa (Figura A y B) y que los poros se encuentran solitarios y agrupados en cadenas radiales de 2 a 5 células (Figura C). Los vasos son de tamaño pequeño y de sección redondeada o levemente oval en sentido radial. El parénquima axial se presenta como apotraqueal en pequeñas bandas tangenciales. También como parénquima paratraqueal escaso y marginal en una fina línea (Figura C). Los radios son escasos y finos. Las fibras tienen paredes gruesas.

Los anillos de crecimiento son escasamente distinguibles a simple vista. Con mayor aumento se pueden observar las zonas de crecimiento por la aparición de un leño tardío integrado por células con paredes aplanadas radialmente y una delgada línea de parénquima marginal (Figura C, flecha). Debido a los lóbulos que presentan estos tallos, los anillos de crecimiento no son de regular contorno circular. Ocasionalmente también aparecen zonas donde los anillos disminuyen marcadamente su espesor, haciéndose muy irregulares y en ocasiones desapareciendo localmente formando cuñas o anillos discontinuos. Se observan zonas de mayor coloración que son debidas a la presencia de leño de tensión (Figura B).

En un estudio sobre la anatomía de la madera de *Malpighia glabra*, León (2006) menciona que esta especie presenta anillos de crecimiento definidos por fibras del leño tardío radialmente aplanadas y presencia de parénquima marginal, lo que coincide con nuestras observaciones. En un estudio sobre la anatomía del tallo, Laskowski (2000) encuentra que *Malpighia emarginata*, creciendo en las regiones secas y cálidas de Venezuela, presenta caracteres xeromorfos en la madera, como una forma de adaptación a condiciones estacionales de déficit hídrico. Además, menciona la presencia de anillos de crecimiento, cuya variabilidad indicaría la sensibilidad del xilema a las condiciones ecológicas antes mencionadas para esta especie. No se han realizado hasta ahora estudios dendrocronológicos con los anillos de crecimiento de *Malpighia glabra*.



Malpighia glabra. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, vista de la porosidad y zonas con leño de tensión (puntos rojos). C, parénquima axial marginal (flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Madera analizada con número de colección X-FR 817.

Guazuma ulmifolia



Etimología

Guazuma, nombre común en México (guácima o guácimo); de origen haitiano, guázuma; guásimo, grafía esencialmente cubana; el epíteto *ulmifolia* proviene del latín *ulmus* = olmo y *folium* = hoja, en relación a la similitud de la hoja con la del olmo.

Nombre Maya

Pixoy, bulin, kabalpixoy, guázima (Arellano Rodríguez *et al*, 1992).

El árbol

Guazuma ulmifolia Lam. es un árbol de mediano porte que alcanza entre 8 a 15 m de altura y desarrolla un tronco que alcanza 30 a 50 cm de diámetro. La corteza es color pardo grisáceo a oscuro y con suaves fisuras. Es árbol de copa abierta y extendida, con hojas dispuestas en forma alterna, simples, ovadas o lanceoladas y de base cordada, algunas veces oblicuas, ápice acuminado, limbo con margen aserrado y nervaduras basales muy prominentes. Son sedosas en el envés. Las flores se ordenan en cimas axilares de color verde pálido. El fruto es una cápsula leñosa dehiscente con protuberancias cónicas en superficie, color moreno oscuro a la madurez, de sabor dulce y persistente por largo tiempo en el árbol.

Distribución y ecología

El pixoy es un árbol originario de América Central, extendiéndose desde México y el Caribe hasta Ecuador, Perú, Paraguay, Bolivia, Brasil y noreste de Argentina, en áreas de trópico húmedo a subhúmedo. Es planta semidecídua o decídua en un corto periodo durante la época seca y pionera con rápido crecimiento en sitios desmontados. Es planta heliófila y por ello ocupa sitios abiertos en laderas de montaña baja, cañadas y márgenes de ríos y arroyos, áreas de pastizales y terrenos con suave topografía. Es planta que se adapta a diversidad de suelos y es resistente a sequía, por lo que se la encuentra en áreas cálidas con 4 a 7 meses de seca. En Yucatán se la ubica como especie de vegetación secundaria en selva baja caducifolia, mediana subcaducifolia y baja inundable (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

La madera del pixoy es empleada en terminación de interiores de viviendas, ebanistería, postes, carpintería y en la fabricación de botes. También es usada para destinos menores como cajonería, mangos de herramientas o simplemente para carbón y leña. Provee buena calidad de pulpa celulósica para

Sinonimia: *Bubroma grandiflorum* Willd., *B. guazuma* (L.) Willd., *B. invira* Willd., *B. polybotryum* (Cav.) Willd., *B. tomentosum* (Kunth) Spreng., *Diuroglossum rufescens* Turcz., *Guazuma blumei* Don., *G. bubroma* Tussac, *G. coriacea* Rusby, *G. grandiflora* Don, *G. guazuma* Cockerell., *G. invira* (Willd.) Don, *G. parvifolia* Rich., *G. polybotra* Cav., *G. tomentosa* Kunth, *G. ulmifolia* var. *tomentella* K. Schum., *G. utilis* Poepp., *Theobroma grandiflorum* Schum., *T. guazuma* L., *T. tomentosum* (Kunth) Gómez.



fabricar papel (Tamarit, 1996). La ceniza de la madera es empleada para fabricar jabón. Standley (1930) indica que el fruto es dulce, mucilaginoso y apto para consumo humano y para diversos animales. Semilla, fruto, hoja y tallo joven son destinados a forraje, con buen resultado de engorde. Las fibras extraídas de tallos jóvenes, corteza y hojas son empleadas en la fabricación de cuerdas. Corteza y frutos cocidos se emplean para clarificar el guarapo de la caña de azúcar. Se la cita en aplicaciones medicinales para baños y partos (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). Las flores son una importante fuente de néctar para las abejas (Souza Novello, 1981; Suarez Molina, 1981). Es planta ornamental, empleada como sombra para animales domésticos y con potencial en programas de reforestación de áreas degradadas.

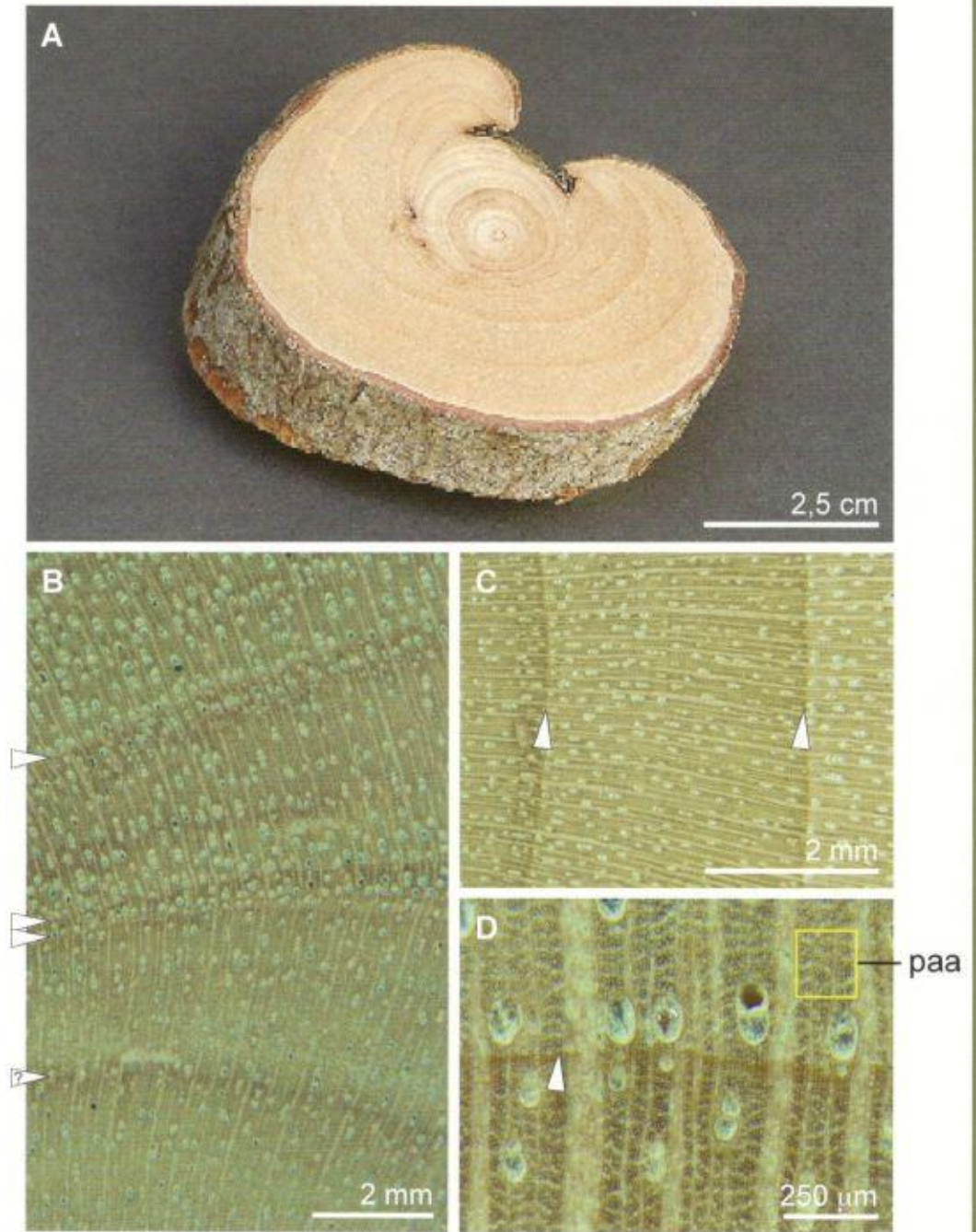
Madera y anillos de crecimiento

Es una madera en la que no se observa mayor diferencia de color entre albura y duramen, siendo ambas áreas del xilema de tonalidad castaño clara a ligeramente rosáceo (Figura A). No se percibe olor ni sabor que caractericen a esta madera. Es poco lustrosa, con una textura mediana y relativamente dura y pesada, aunque se citan valores de densidad que varían entre 0,35 g/cm³ (de Paula & Hamburgo Alves, 2007; Tamarit, 1996) y 0,67 g/cm³ (Barajas Morales & Gómez, 1989).

En el plano transversal se observa que la porosidad es principalmente anular, aunque se presenta como semianular en algunas áreas (Figura B). Los poros son de tamaño mediano, escasos y principalmente asociados en grupos de 2 a 3 vasos. Son en general de sección oval. El parénquima axial es abundante y de tipo apotraqueal en agregados, formando cortas bandas uniseriadas y paralelas en orientación tangencial (Figura D). También se presenta con muy pocas células asociadas a los vasos, como paratraqueal escaso. Los radios son numerosos y se ordenan alternadamente en radios finos (unicelulares) y otros más anchos (series de 3 a 6 células). Las fibras presentan pared medianamente gruesa.

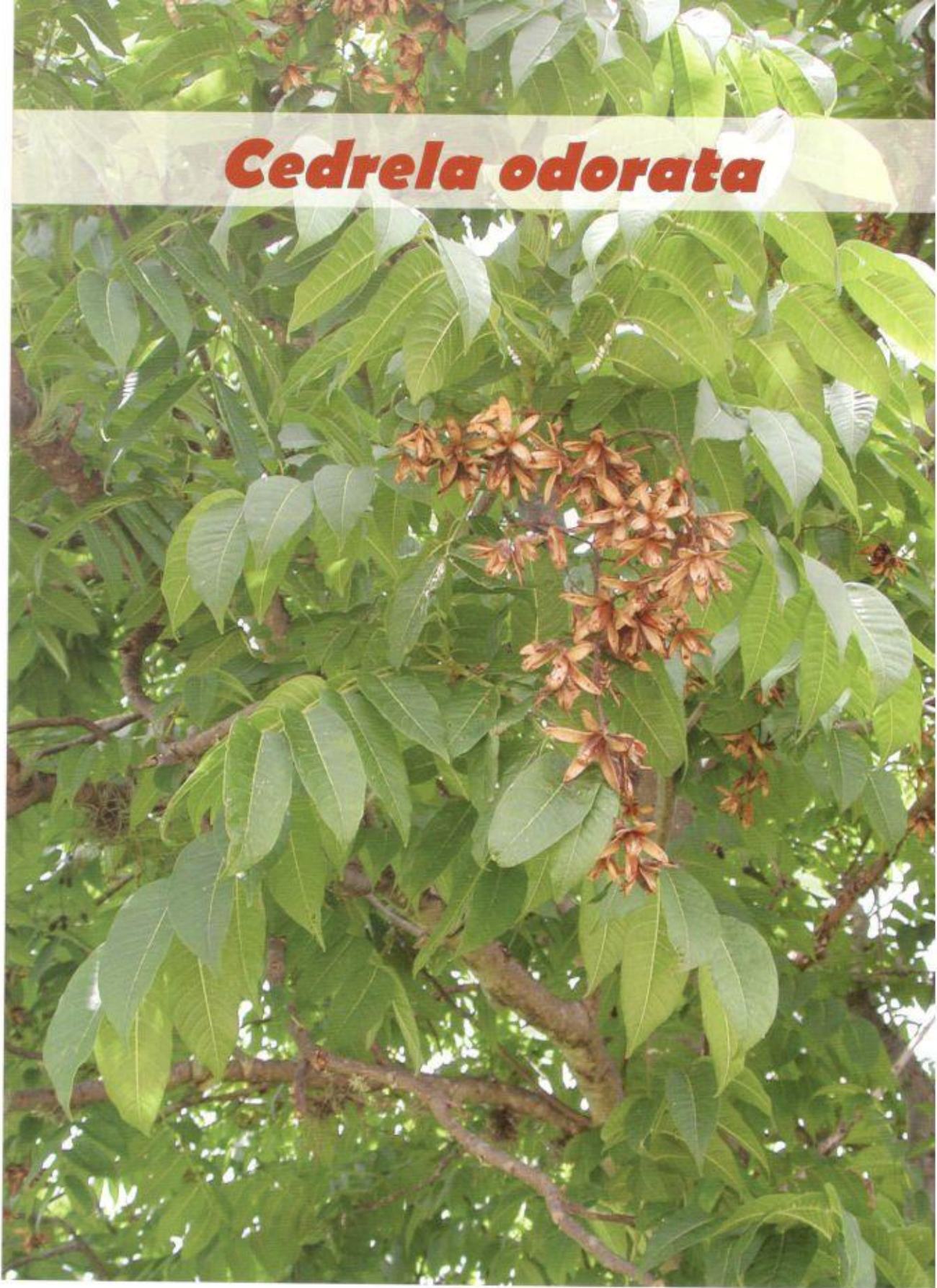
Los anillos de crecimiento pueden identificarse y delimitarse a simple vista gracias a una mayor agrupación de los poros en el borde del anillo y a la presencia de un leño tardío con coloración más intensa debido al mayor espesor de la pared de las fibras y a su aplanamiento en dirección radial (Figuras C y D, flecha). Los anillos mantienen cierta uniformidad circular aunque también se observan anillos en cuña o discontinuos.

Lisi *et al* (2008) indican que *Guazuma ulmifolia*, árbol del bosque estacional semideciduo del SE de San Pablo en Brasil, pierde parcialmente sus hojas durante la estación seca que se produce entre junio y octubre. *G. ulmifolia* tiene anillos anatómicamente distinguibles y mediante el uso de fajas dendrométricas, marcación cambial por punción del cambium y análisis de la anatomía de la madera, estos autores reconocieron que los anillos de crecimiento de este árbol son de formación estacional. En bosques de Perú, Acevedo Mallque & Kikata (1994) encontraron anillos de crecimiento distinguibles en *Guazuma ulmifolia* y *G. crinita*. Mediante una cronología de ancho de anillos desarrollada con muestras de *Guazuma ulmifolia* de un bosque estacionalmente seco y cálido en Ecuador, Suntaxi Aluisa (2010) encontró que el crecimiento anual de esta especie se encuentra estrechamente relacionado a la precipitación entre diciembre y mayo y a eventos de El Niño, fenómeno que provoca grandes precipitaciones en el área.



Guazuma ulmifolia. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C y D, vistas de la porosidad, anillos de crecimiento y detalle del límite del anillo de crecimiento (flechas) y parénquima axial agregado (recuadro), respectivamente. Madera de Sahcaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 791.

Cedreia odorata



Etimología

La designación del género deriva del latín *cedrus*, en relación a la fragancia de la madera de la conífera *Cedrus*. El epíteto específico deriva del latín *odoratus* que significa fragante.

Nombre Maya

K'uche (Arellano Rodríguez *et al*, 1992), k'uj'che, k'uche-cedro, kulche. También llamado cedro, cedro rojo, cedro español, cedro de Guyana.

El árbol

Cedrela odorata L. es un árbol que alcanza entre 20 a 35 m de altura, formando una copa extendida y tronco recto, robusto, de hasta 1,7 m de diámetro. En ocasiones estos troncos forman pequeños contrafuertes en la base. La corteza externa, con fisuras y costillas, es color pardo grisáceo a moreno rojizo. Las hojas son compuestas, paripinadas o imparipinadas de 15 a 50 cm de largo, incluyendo el peciolo. Poseen entre 10 a 20 pares de folíolos, opuestos o alternos, oblongo-lanceolados, glabros, de ápice acuminado y base obtusa, color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés. Al estrujarlas despiden un penetrante olor a ajo. Las flores son pequeñas, de color amarillo y dispuestas en inflorescencia en panículas terminales o axilares. El fruto es una cápsula leñosa dehiscente de 5 a 7 cm de largo, con 5 valvas de color pardo verdoso cubiertas por puntos blancos que corresponden a lenticelas. Las semillas son aladas, con 2 a 3 cm de largo incluyendo el ala.

Distribución y ecología

El k'uche es árbol originario de América Central, con distribución desde México a Brasil, el Caribe y Perú. Habita en selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia y como parte de vegetación secundaria como ocurre en potreros y zonas de cultivos. Este árbol está adaptado a clima cálido subhúmedo (Flora Digital Península de Yucatán, 2010) y es deciduo y heliófilo.

Usos

Cedrela odorata tiene una madera muy resistente a la descomposición y ataque de insectos. Es madera fácil de trabajar y por ello es una de las maderas más finas utilizadas en mueblería y construcción de interiores. También es

Sinonimia: *Cedrela adenophylla* Mart., *C. brachystachya* DC., *C. brownii* Loefl., *C. caldasana* DC., *C. cubensis* Bisse, *C. dugesii* Watson, *C. glaziovii* DC., *C. guianensis* Juss., *C. hassleri* DC., *C. huberi* Ducke, *C. imparipinnata* DC., *C. longipes* Blake, *C. longipetiolulata* Harms, *C. yucatanana* S.F. Blake, *C. mexicana* M. Roem., *C. mourae* DC., *C. occidentalis* DC. & Rose, *C. palustris* Handro, *C. paraguariensis* Mart., *C. rotunda* Blake, *C. sintenisii* DC., *C. velloziana* Roem., *C. whitfordii* Blake, *Surenus brownii* Kuntze, *S. Glaziovii* Kuntze, *S. guianensis* Kuntze, *S. mexicana* Kuntze, *S. velloziana* Kuntze.



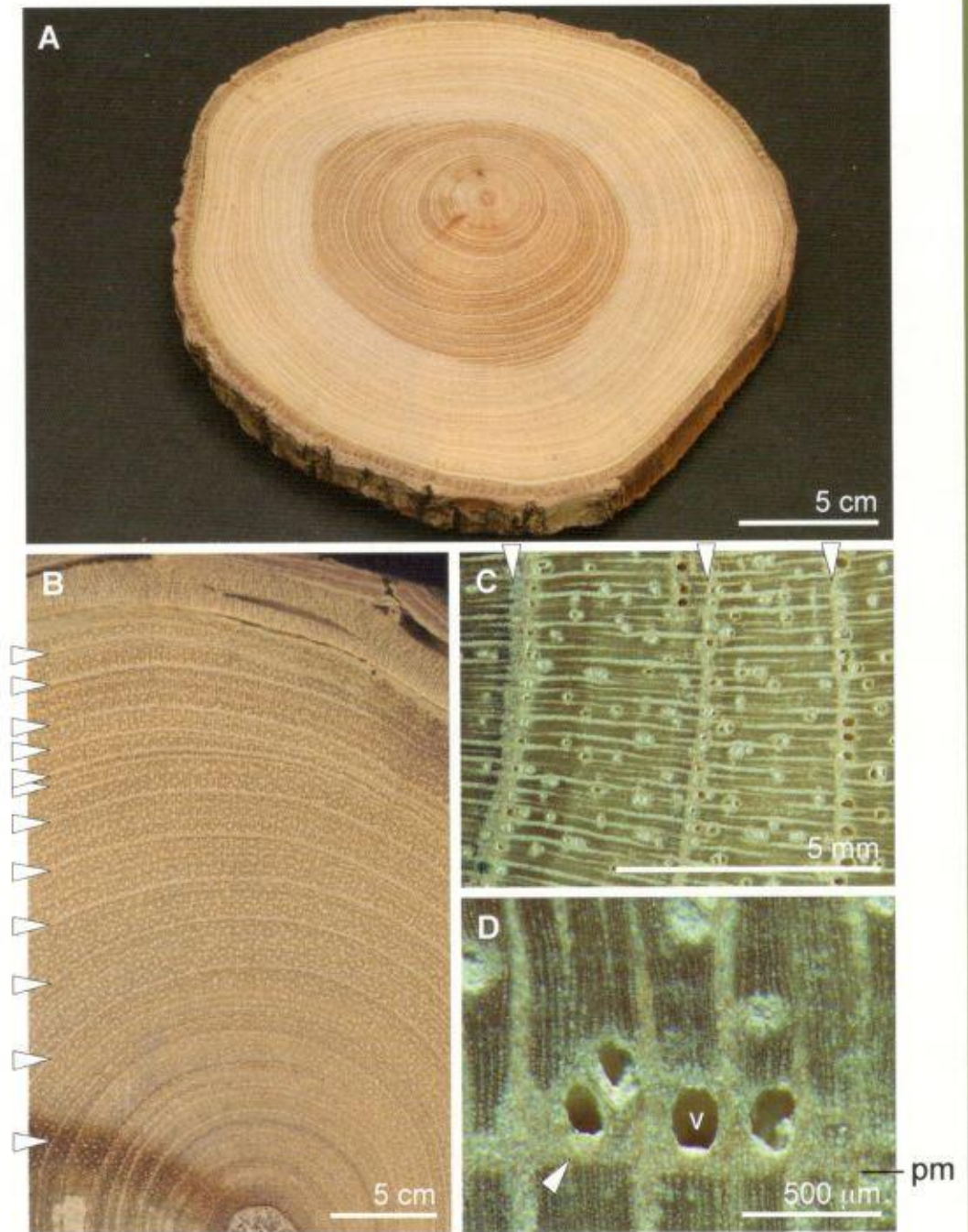
utilizada en la fabricación de chapas y tornería, así como fabricación de cajas para puros e instrumentos musicales (Guridi Gómez, 1980). Es madera muy usada desde tiempos de la colonia para talla de esculturas y retablos religiosos. Standley (1930) menciona que en el sur de la Península de Yucatán se construían con esta madera grandes canoas. Se la indica como fuente de pulpa con buena calidad para fabricación de papel (Tamarit, 1996). La corteza es astringente y utilizada como febrífugo y tónico. Las hojas tienen aplicaciones medicinales y como insecticida (Standley, 1930). El árbol está citado como fuente importante de polen y néctar para las abejas (Souza Novello, 1981; Suarez Molina, 1981).

Madera y anillos de crecimiento

El duramen del k'uche es color castaño a rosa pálido con reflejos dorados o rosa oscuro, dependiendo de la procedencia. La albura es color crema o rosaceo más claro (Figura A). Es madera que alcanza buen lustre cuando se la pule y es aromática, especialmente cuando es recién cortada. Es madera liviana, de densidad entre 0,4 y 0,5 g/cm³ (Mainieri & Chimelo, 1989).

En el plano transversal se observa la porosidad anular a semianular y los poros grandes, visibles a simple vista y ubicados al inicio del leño temprano (Figura C y D). Los poros de menor diámetro se distribuyen en el resto del anillo de crecimiento. Los poros se presentan solitarios y agrupados en cadenas radiales de 2 a 5 poros (Figura C, D). El parénquima axial es paratraqueal vasicéntrico y marginal muy abundante, ya que integra bandas hasta de 10 células de espesor lo que lo hace visible a simple vista (Figura D). Los radios son de difícil distinción a simple vista, pero con lupa pueden verse finos e irregularmente espaciados en el corte transversal (Figura C). Las fibras tienen paredes finas a medianamente engrosadas. Los anillos de crecimiento se distinguen claramente por las bandas de parénquima marginal y por la ubicación de los poros de mayor diámetro al inicio del leño temprano (Figura B, C y D indicado por flechas). Estos anillos tienden a ser uniformes en el contorno circular.

Ha sido demostrado que los bosques tropicales experimentan algún tipo de estacionalidad en la distribución de las lluvias ocasionando una estación seca al año, lo cual puede provocar la formación anual de anillos de crecimiento en árboles (Worbes, 1995). Aún cuando esta variación estacional pueda ser reducida puede potencialmente producir variaciones interanuales en el crecimiento. El género *Cedrela* ha sido particularmente estudiado en relación a la periodicidad anual en la formación de sus anillos (ej. Marcati *et al*, 2006b; Botosso *et al*, 2000) y en las relaciones de estos con el clima (Brienen & Zuidema, 2005; Dünisch, 2005; Oliveira *et al* 2010; ver extenso informe en Tomazello *et al*, 2000). Según Worbes (1999, 2002) árboles de *Cedrela odorata* de los bosques de Caparo en Venezuela, muestran anillos de crecimiento distintivos con los cuales se han construido cronologías de anillos de crecimiento que son sensibles a las variaciones de la precipitación durante el período de sequía. Valencia Ramos (2011) menciona que *Cedrela odorata* creciendo en Chanchamayo, en la selva central de Perú, tiene anillos de crecimiento distinguibles, por lo que en opinión de esta autora tendría potencial dendrocronológico. Galán Larrea *et al* (2011) encuentran que los anillos de *C. odorata* en Oaxaca son sensibles a las lluvias en el período más húmedo. *Cedrela odorata* debería ser considerado como uno de los árboles prioritarios para desarrollar estudios de anillos de crecimiento en la Península de Yucatán, no sólo por la amplia distribución geográfica sino por los antecedentes dendrocronológicos registrados en otras regiones tropicales de América (Roig, 2000).



Cedrela odorata. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, vista de los anillos de crecimiento (flechas). C, distribución semicircular de la porosidad. D, detalle del parénquima marginal y vasos de mayor diámetro al inicio del anillo de crecimiento (flecha). Madera de Sahcaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con números de colección X-FR 747, 755, 768, 776.

Trichilia hirta



Etimología

El epíteto genérico *Trichilia* procede del vocablo griego tricho que significa en tres partes, refiriéndose los tres carpelos del fruto. El término *hirta* significa vellosa.

Nombre Maya

Kultmche, kuiim osiis, pay-jul, k'ilim siis.

El árbol

Trichilia hirta L. es un árbol que alcanza entre 10 a 20 m de altura y desarrolla troncos de 20 a 30 cm de diámetro. La corteza del tronco presenta coloración castaño rojiza. Las hojas son imparipinadas, alternas, con folíolos de 3 a 10 cm de largo y 2 a 4 cm de ancho, de forma elíptica o lanceolada, borde entero, ápice acuminado y base obtusa. Los folíolos son glabros en el haz y ligeramente pubescentes en el envés. Las flores son de coloración blanco o de tinte amarillento. El fruto es una cápsula globosa, dehiscente, pequeña (~1,8 cm de largo), verde y tornándose color rojizo al madurar, conteniendo una semilla globosa, de color rojo oscuro a violáceo o naranja.

Distribución y ecología

El kultmche es un árbol semidecídúo, heliófilo y pionero, originario de Jamaica pero extendido a los bosques de Centroamérica. En México ha sido encontrado en la Península de Yucatán, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco y Veracruz. Es planta de clima cálido subhúmedo y asociado en Yucatán a selva baja caducifolia (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

La madera del kultmche puede ser empleada en obras de exteriores, tornería y carpintería, en general para reemplazar a la madera de caoba. También para leña. Es planta ornamental y puede ser empleada en forestación de calles estrechas. En regiones de la Península de Yucatán se cita para tratamiento del sistema digestivo y como purgante, bebiendo infusión preparada con la corteza del árbol (Medicina Tradicional Mexicana, 2009). La semilla es alimento para pájaros. Además, el arilo que rodea la semilla contiene aceite empleado en tratamientos antiparasitarios. Es árbol que brinda néctar y polen (Fernández *et al.*, 1999).

Sinonimia: *Cupania trachycarpa* Griseb., *Trichilia arborea* DC., *T. catártica* Mart., *T. chiapensis* Matuda, *T. glaziovii* DC., *T. goyazana* DC., *T. karwinskyana* DC., *T. longifolia* DC., *T. microcarpa* DC., *T. multiflora* Casar., *T. multijuga* DC., *T. oxyphylla* DC., *T. parvifolia* DC., *T. pringlei* Rose, *T. pyramidata* Harms, *T. schiedeana* DC., *T. spondioides* Jacq., *T. verrucata* Suess., *T. wawrana* DC., *T. welwitschii* DC.



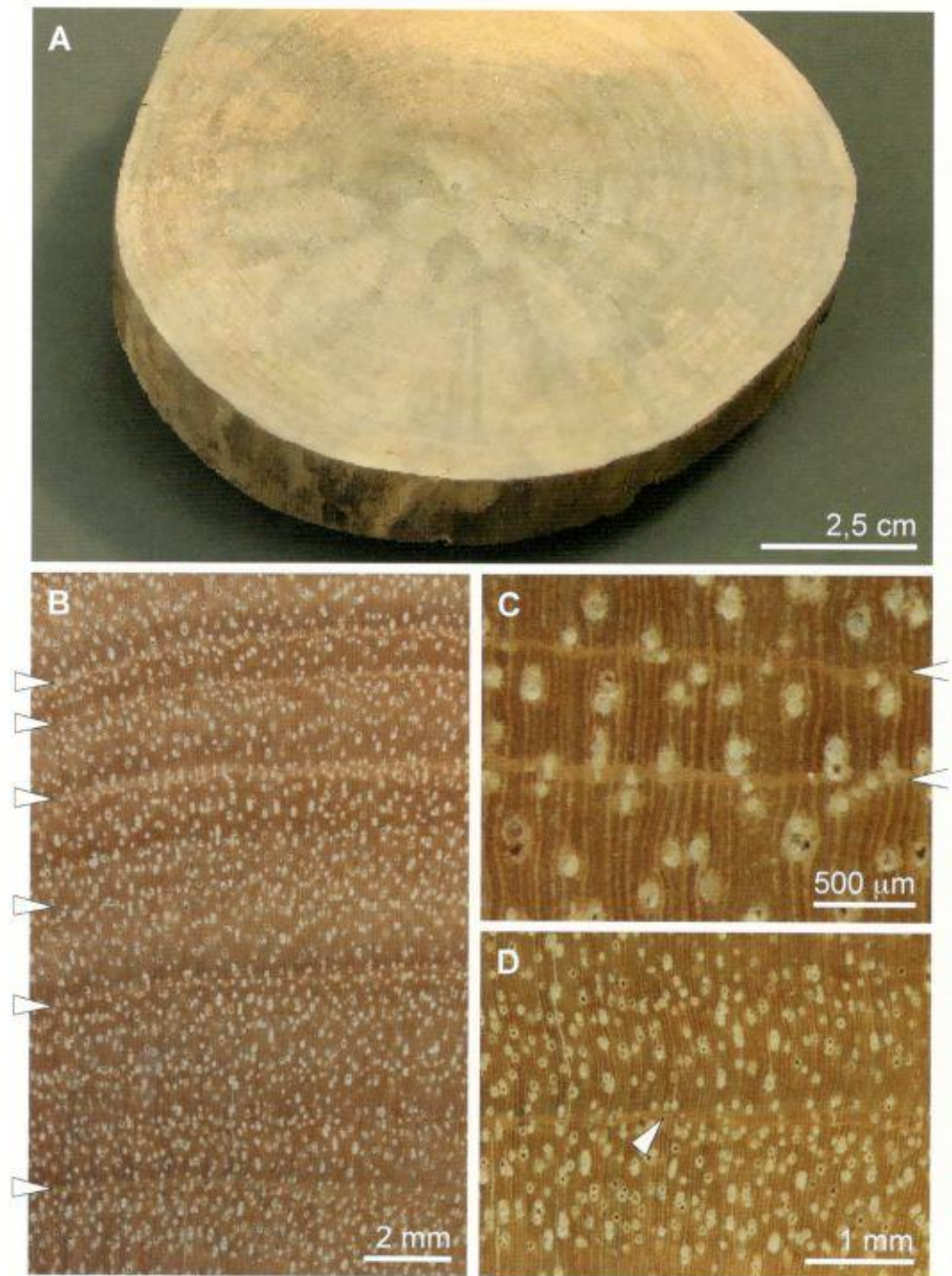
Madera y anillos de crecimiento

La madera de *Trichilia hirta* no presenta notables diferencias de color entre la albura y el duramen, pues ambos son de color castaño-rosado, en ocasiones muy claro (Figura A). Es una madera medianamente lustrosa, de textura mediana, fácil de trabajar y resistente a la pudrición. En general es relativamente dura, pesada y muy compacta, con densidad de 0,85 a 0,90 g/cm³.

En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa (Figura B) y que los poros son pequeños y de sección circular a oval, presentándose como solitarios o agrupados en cadenas radiales de 2 a 5 poros (Figura B, C). Algunos poros se encuentran ocluidos por una sustancia color ambar. El parénquima axial es apotraqueal y paratraqueal escaso y marginal. Este último forma líneas tangenciales de 3 a 4 células de espesor (Figura C). Las fibras, que conforman el tejido más abundante de esta madera, presentan una pared medianamente engrosada. Los radios son finos, numerosos y principalmente uniseriados.

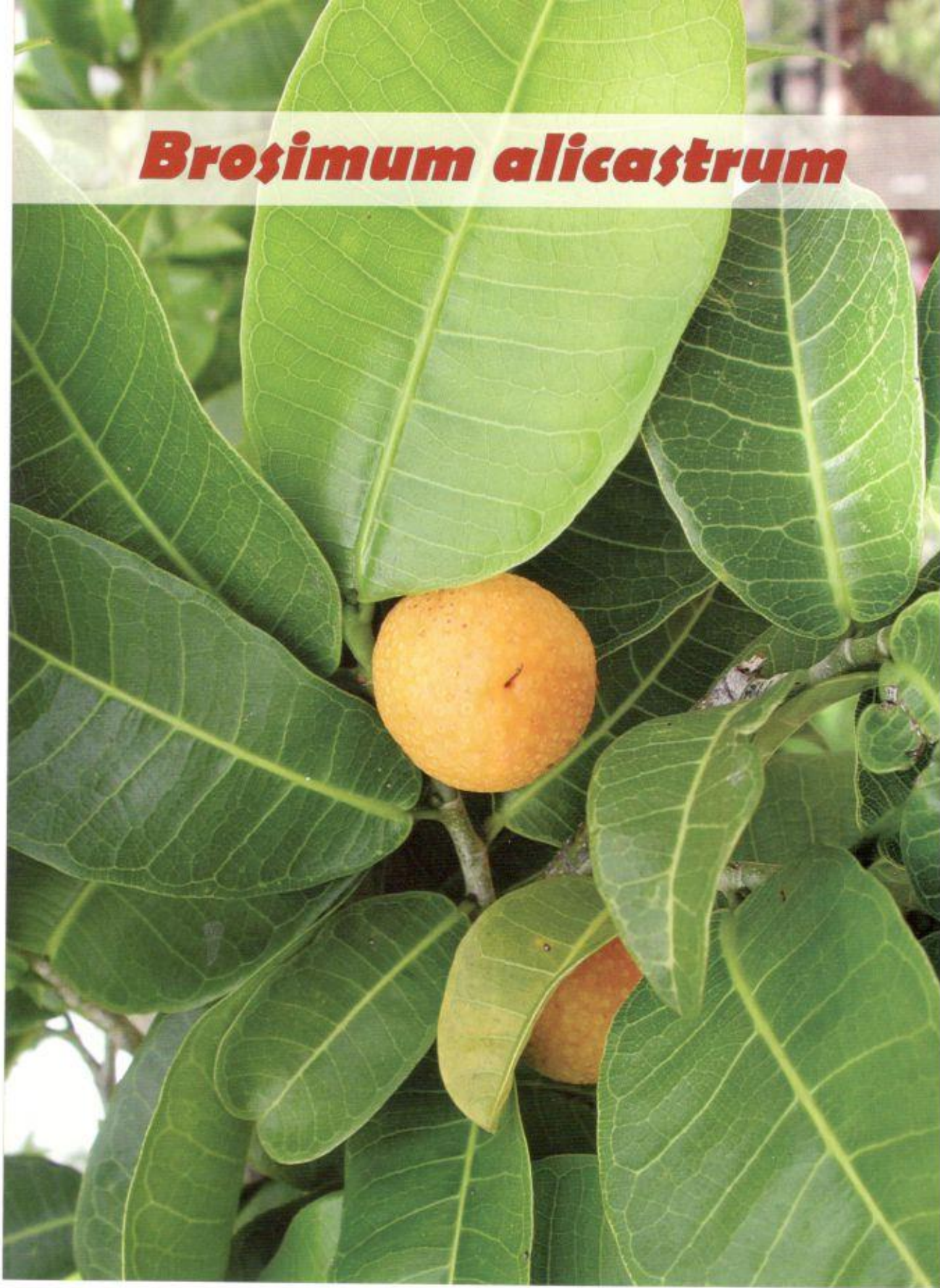
Los anillos de crecimiento están delimitados por el parénquima marginal (Figura B, C). Por lo general, estas líneas de parénquima son continuas en el perímetro circular aunque en ocasiones se presentan anillos discontinuos provocados por desaparición local de la línea de parénquima o por unión local de dos líneas paralelas de parénquima (Figura D).

No existe en la literatura antecedentes directos sobre *Trichilia hirta* respecto a sus cualidades dendrocronológicas. Sin embargo, otras especies de este género han sido analizadas en este aspecto. Según Worbes (2002), *Trichilia singularis* de los sistemas de várzea en Brasil y *T. trifoliata* del Caparo en Venezuela (Worbes, 1999) muestran anillos de crecimiento, los que podrían ser empleados en estudios dendrocronológicos. Sin embargo, *Trichilia trifoliata* presenta crecimiento irregular, con anillos de crecimiento que varían de tamaño en el perímetro circular o presentan anillos en cuña o localmente ausentes, registrando diferente número de anillos en radios de un mismo árbol. Maingi (2006), analizando la madera *Trichilia emetica* creciendo en bosques riparios en Kenia, Africa, encuentra que los anillos de crecimiento se identifican por una fina banda de parénquima marginal y por una zona de baja densidad de vasos. Sin embargo, este parénquima marginal desaparece por sectores produciendo incertidumbres en la identificación de los anillos de crecimiento, lo que transforma esta especie en un pobre candidato para estudios dendrocronológicos.



Trichilia hirta. A, vista de la sección transversal del tronco principal de un árbol de 30 años. B, vista de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). C, detalle del parénquima marginal y límite del anillo de crecimiento (flechas). D, anillo en cuña (flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 821.

Brosimum alicastrum



Etimología

El nombre genérico *Brosimum* deriva de la palabra griega brosimos que significa comestible. El término *alicastrum* deriva del latín y significa de maduración temprana.

Nombre Maya

Ox (Arellano Rodríguez *et al*, 1992), oox. Otros nombres con que se conoce este árbol son ramón, nuez maya, ojite.

El árbol

Brosimum alicastrum Sw. es árbol que alcanza entre 20 a 30 m de altura, con diámetro de tronco de hasta 1,5 m. El tronco es derecho, cilíndrico y con grandes contrafuertes en la base. La corteza es lisa, color pardo grisáceo y con tonos de amarillo. La copa es piramidal, densa o abierta e irregular. Las hojas son alternas, simples, cortamente pecioladas, ovado-lanceoladas a ovadas o elípticas, con el margen entero, de base obtusa y ápice agudo. Son verde brillantes en el haz y verde grisáceas en el envés, con venación marcada. Las flores son unisexuadas, pistiladas, en inflorescencias globosas estaminadas, solitarias y axilares. El fruto es una drupa de 2 a 3 cm de diámetro, globosa, con pericarpio carnoso, verde amarillo a naranja o rojo en completa madurez, de sabor dulce, cubierto en superficie por numerosas escamas blancas.

Distribución y ecología

El ox es uno de los árboles dominantes de las selvas de México. En la vertiente del Golfo se presenta desde el sur de Tamaulipas hasta Quintana Roo, a todo lo largo de la Sierra Madre Oriental y la Sierra de Chiapas, así como en gran parte de la planicie costera del Golfo hasta la Península de Yucatán. En la vertiente del Pacífico se distribuye desde Sinaloa hasta Chiapas. Se encuentra en clima cálido subhúmedo aunque llega a encontrarse en cañadas húmedas de zonas semiáridas. Es especie asociada a la vegetación de selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria en la Península de Yucatán (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

La madera del ox es empleada para fabricación de pisos, en ebanistería, mangos de herramienta, muebles, implementos agrícolas, artesanía y embalajes. Es empleada también en construcción, terminación de interiores y pulpa destinada a fabricación de papel (Rocas, 1986), aunque respecto a este último destino no se la considera de buena calidad (Tamarit, 1996). También

Sinonimia: *Alicastrum brownei* Kuntze, *Brosimum bemadetteae* Woodson, *B. colombianum* Blake, *B. gentlei* Lundell, *B. latifolium* Standl., *B. terrabanum* Pittier, *B. uleanum* Mildbr., *Ficus faginea* Bouché, *Helicostylis bolivarensis* Pittier, *H. latifolia* Pittier, *H. ojoche* Schum, *Piratinera alicastrum* Baill., *Urostigma fagineum* Miq.



es madera citada para leña y postes para cercos. Es árbol empleado como frutal y forrajero por sus hojas y semillas. En terapéutica popular sus semillas tienen destino de tipo ritual y prácticas mágicas. Su principal aplicación medicinal es para tratamiento de afecciones de vías respiratorias, tales como el asma (Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

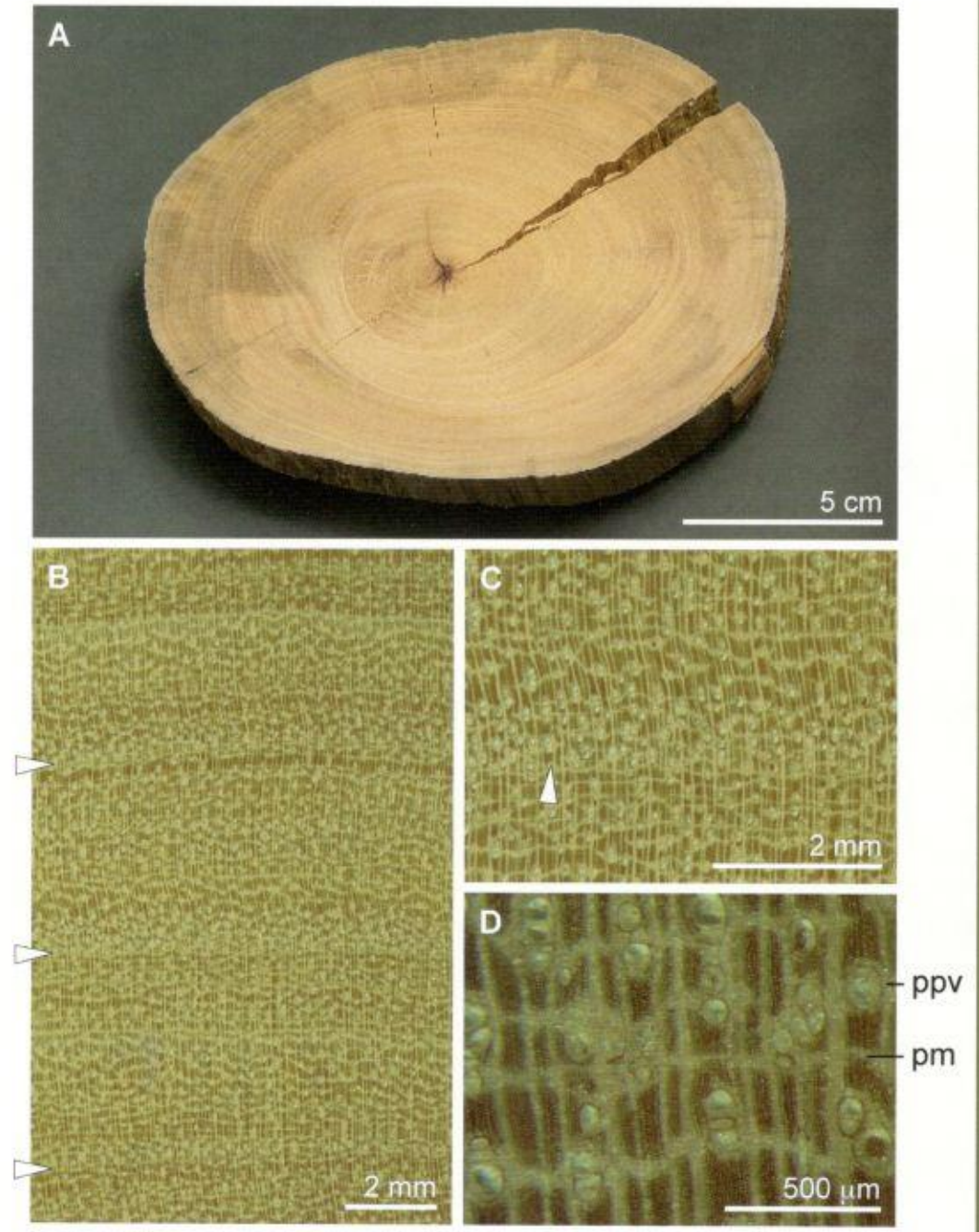
Madera y anillos de crecimiento

Tanto la albura como el duramen del ox presentan un homogéneo color crema a grisáceo, a veces muy blanquecino (Figura A). Es madera que no presenta olor ni sabor particular y es medianamente lustrosa y de textura fina, logrando muy buen acabado al pulido. Es madera algo dura y pesada, con densidad de 0,70 g/cm³ (Tamarit, 1996; Barajas Morales et al, 1997).

En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa (Figura B) y que los poros se presentan solitarios y en cadenas radiales de 2 a 4 vasos. El parénquima axial es relativamente abundante, paratraqueal, vasicéntrico o lateral, aliforme y en muchos casos confluyente, conformando líneas tangenciales irregulares (Figura C, D). También se observa parénquima marginal (Figura D, flecha). Los radios son numerosos y relativamente anchos. Las fibras presentan paredes medianas en grosor.

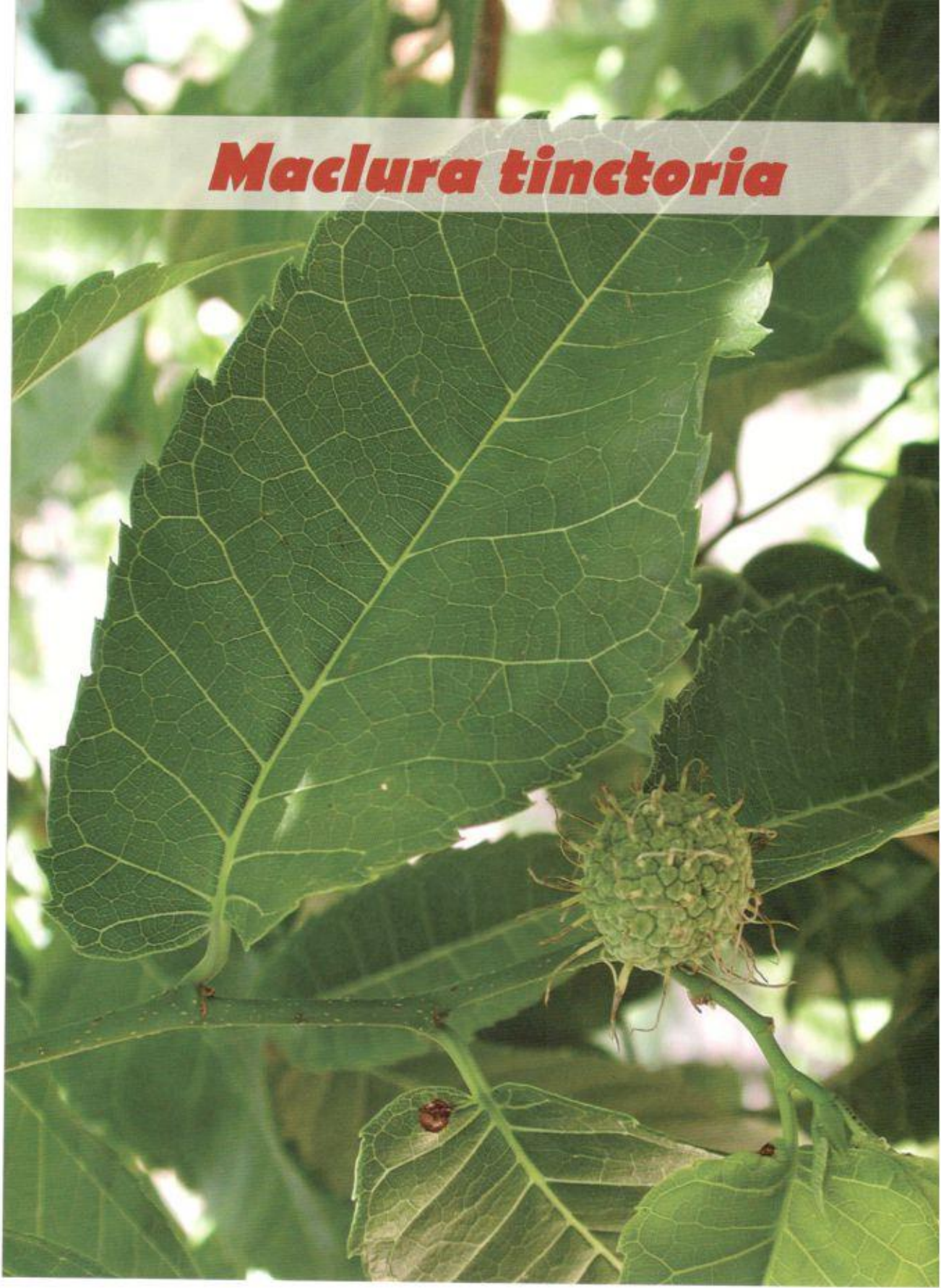
Los anillos de crecimiento son inconspicuos o de difícil reconocimiento. A simple vista se insinúan líneas más oscuras, concéntricas y más o menos regulares en el perímetro circular debidas a una menor abundancia de parénquima axial y a fibras con paredes más engrosadas y que podrían corresponder al límite de los anillos de crecimiento (Figura B). Además, a este límite se encuentra asociada una fina línea de parénquima marginal, de presencia más o menos continua en la circunferencia del anillo (Figura D).

Valencia Ramos (2011) menciona que *Brosimum alicastrum*, creciendo en las selvas de Chanchamayo en Perú, tiene anillos de crecimiento distinguibles, por lo que en opinión de esta autora tendría potencial dendrocronológico. Acevedo Mallque & Kikata (1994) también indican que *B. alicastrum* de Perú forma anillos distinguibles. Sin embargo Worbes (2002), analizando *Brosimum* sp. de Caparo, Venezuela, concluye que este árbol en esta región muestra anillos de crecimiento de regular calidad como para ser empleados en estudios dendrocronológicos.



Brosimum alicastrum. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la porosidad y límite del anillo de crecimiento (flechas), D, detalle del parénquima axial respectivamente. Madera de Sacaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con números de colección X-FR 751, 778, 783, 789.

Maclura tinctoria



Etimología

Maclura, nombre dedicado a William Maclure (1763-1840), geólogo americano; el epíteto específico proviene del latín tinctorius, de lo que sirve para teñir.

Nombre Maya

K'ank'ilische', mora.

El árbol

Maclura tinctoria (L.) D. Don es árbol deciduo que desarrolla una copa de hasta 15 a 30 m de altura y fuste entre 0,5 y 1 m de diámetro. La corteza del tronco es lisa, color pardo a gris oscuro, con finas escamas que se desprenden. El árbol libera savia lechosa cuando alguno de sus órganos es cortado. Las hojas son simples, alternas, elípticas, de base oblicua y ápice acuminado, con el margen dentado y formando algunas veces lóbulos profundos muy marcados. Es especie dioica y el pie masculino tiene flores que se ordenan en espigas de color amarillo, mientras que las flores del pie femenino se presentan en cabezuelas solitarias, de tonalidad verdosa. El fruto está compuesto por una pulpa carnososa y es comestible.

Distribución y ecología

El k'ank'ilische' se distribuye naturalmente desde los 26°N en México a través de América Central y las Antillas hasta los 30°S en Brasil. Es árbol heliófilo y pionero que crece en sitios húmedos, a menudo próximo de ríos y arroyos. Prefiere suelos de textura areno arcillosa, drenados y con alto nivel de fertilidad. En Yucatán se lo asocia a vegetación de selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria, bajo clima cálido subhúmedo (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

Debido a su alta resistencia al ataque de organismos xilófagos, la madera del k'ank'ilische' se emplea para construcciones de exterior, postes, vigas y pisos industriales. También es empleada en carpintería doméstica, mueblería, fabricación de cabos de herramientas y construcción naval. También se extraen de la madera colorantes y pigmentos y la corteza se emplea en medicina popular como cicatrizante. Otras utilidades conocidas están relacionadas a la provisión de sombra, frutos comestibles y destino de sus hojas para alimentación del ganado (Ayala & Sandoval, 1995).

Sinonimia: *Broussonetia brasiliensis* Mart., *B. plumerii* Spreng., *B. tinctoria* (L.) Kunth, *B. zanthoxylon* (L.) Mart., *Maclura affinis* Miq., *M. chlorocarpa* Liebm., *M. plumerii* Spreng, *M. polyneura* Miq., *M. sempervirens* Ten., *M. subintegerrima* Miq., *M. velutina* Blume, *M. xanthoxylon* (L.) Endl., *Morus plumiera* Burman, *M. tataiba* Vell., *M. tinctoria* L., *M. zanthoxylon* L.

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



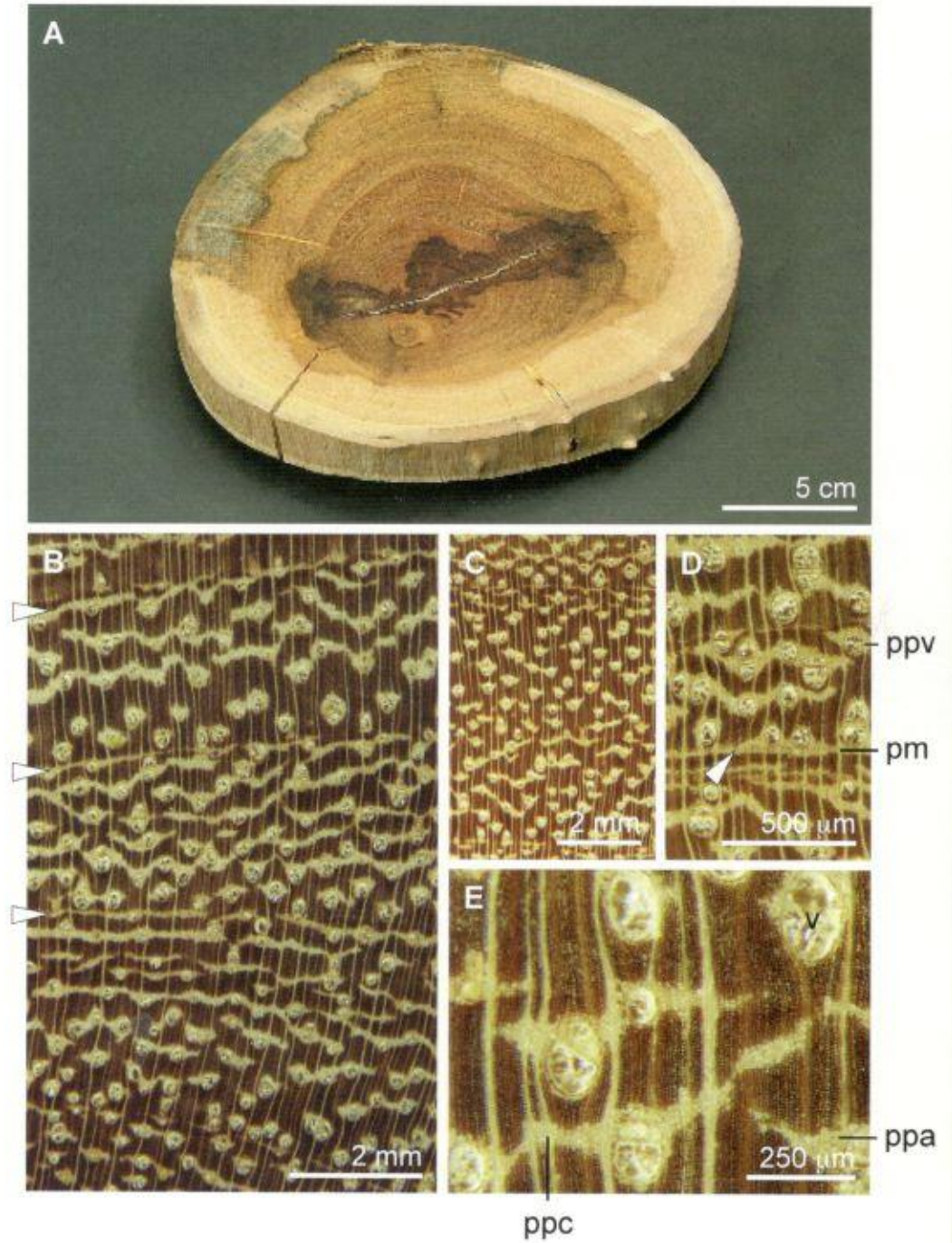
Madera y anillos de crecimiento

Es una madera de color amarillo claro cuando esta recién cortada (Figura A), pero vira al castaño amarillento cuando se oxida al aire. No presenta olor ni sabor particulares y es flexible, dura y pesada, con una densidad entre 0,8 a casi 1,0 g/cm³ (Mainieri & Chimelo, 1989; Barajas Morales & Gómez, 1989).

En el plano transversal se aprecia que la porosidad es difusa y que los poros son relativamente escasos (Figura B, C). Estos son de sección ovalada, tamaño mediano a grande y se presentan solitarios o agrupados en cadenas radiales o pequeños racimos (Figura D, E). El parénquima axial es abundante y visible a simple vista. Se presenta como paratraqueal vasicéntrico, aliforme a confluyente, integrando bandas tangenciales de apariencia ondulada (Figura B, D, E). El parénquima marginal ocasionalmente está presente (Figura D). Los radios son numerosos, irregularmente espaciados y visibles solo a partir de aumentos con lente de mano (8 a 10x). Las fibras son de paredes muy gruesas.

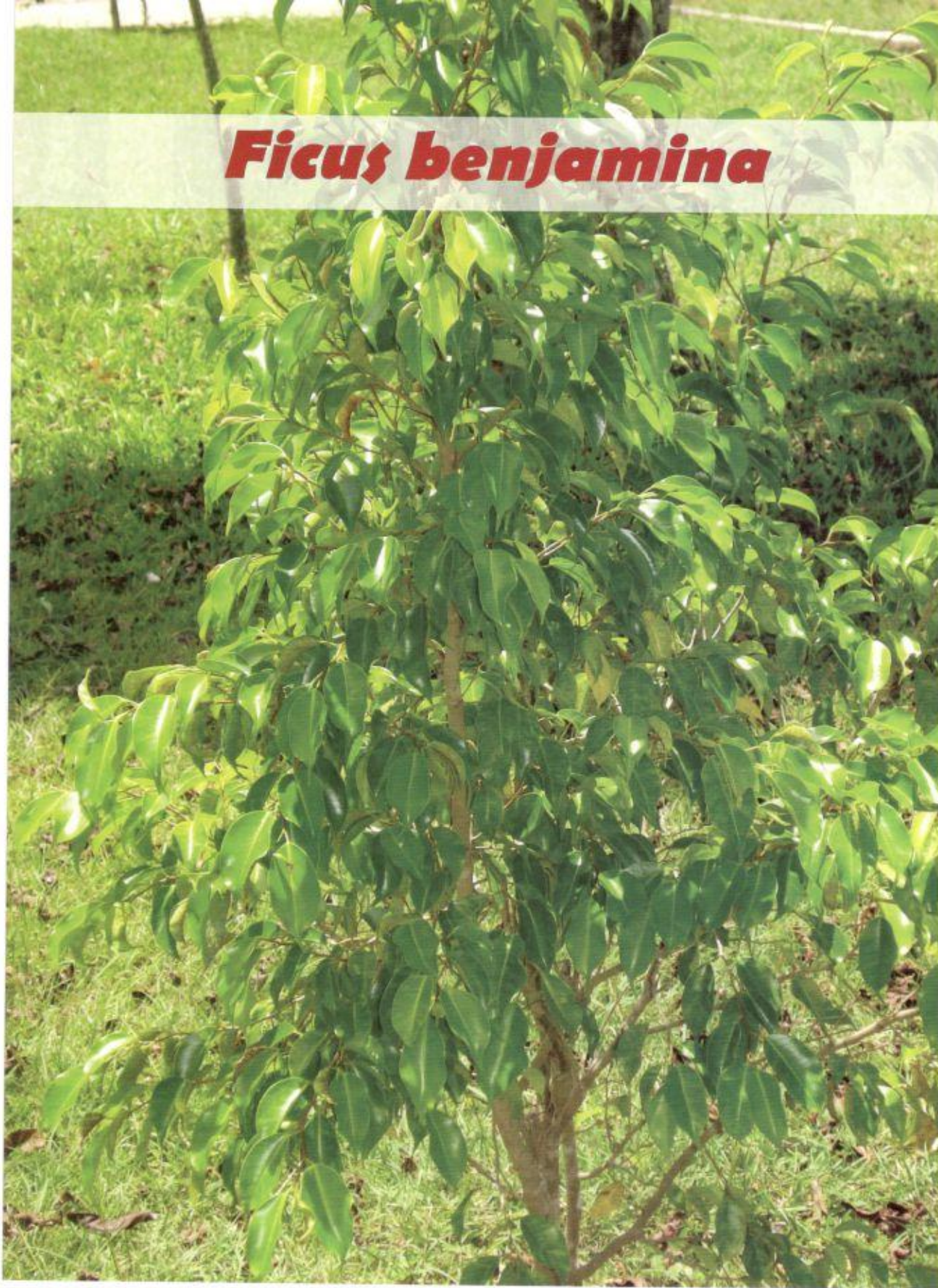
Los anillos de crecimiento son de difícil distinción pero parecen estar delimitados por un mayor espesor de la pared de las fibras ubicadas en el leño tardío. La presencia del parénquima marginal, aunque no continuo en el perímetro del tronco, también puede ayudar en la delimitación del límite del anillo (Figura D). Sin embargo, este parénquima es de errática aparición, por lo cual no es recomendable considerarlo para identificar anillos.

De acuerdo a Worbes (2002), *Maclura tinctoria*, de los bosques de Caparo en Venezuela, muestra anillos de crecimiento distinguibles, los que podrían ser empleados en estudios dendrocronológicos. Por otro lado, Grissino Mayer (1993) indica que *Chlorophora excelsa* tiene potencial para estudios dendrocronológicos.



Maclura tinctoria. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, distribución difusa de los poros. D y E, detalles del parénquima que rodea los poros y del parénquima marginal (flecha). Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 771.

Ficus benjamina



Etimología

El género *Ficus* es palabra que deriva del latín *ficus* y significa higuera.

Nombre Maya

Laurel, laurel de la India.

El árbol

Ficus benjamina L. es árbol de rápido crecimiento, con copa ancha y frondosa que alcanza 20 m de altura y desarrolla troncos de 1 m o más de diámetro, con corteza lisa y de color gris blanquecino. Produce abundante látex blanco que exuda de cualquier parte de la planta que se corte. Presenta estípulas membranáceas, lanceoladas y caedizas. Las hojas son simples, alternas, dispuestas en espiral, de consistencia ligeramente coriácea, ovaladas a lanceoladas, de base obtusa y ápice acuminado, margen entero y glabras. Las flores son muy pequeñas y dispuestas en espigas o síconos. La infrutescencia (conjunto de pequeños frutos en un receptáculo caroso) o sícono (higo) es sésil, axilar, solitaria o en pares, subglobosa a elipsoide, carnosa y de 1 a 2 cm de diámetro. Es color rojo o amarillo a la madurez.

Distribución y ecología

El laurel es una especie perennifolia de distribución natural en la India, sur de China, sudeste asiático, Malasia, Filipinas, el norte de Australia e islas del Pacífico Sur. Ha sido introducido su cultivo en América y se la encuentra en la Península de Yucatán generalmente como árbol plantado, aunque también habitando encinares, pastizales, selvas bajas y selvas medianas.

Usos

Ficus benjamina es planta ornamental, aunque también es empleada para construir linderos, para establecer lugares de sombra y establecer cortina rompevientos.

Madera y anillos de crecimiento

Es madera del laurel es de uniforme color blanquecino a castaño claro, sin distinción entre albura y duramen, aunque en ocasiones este último se aprecia ligeramente más oscuro (Figura A). El lustre luego de pulido es de baja calidad. No tiene olor ni sabor característicos. Es madera blanda y ligera, con densidad de 0,40 a 0,45 g/cm³.

Sinonimia: *Ficus comosa* Roxb., *F. nitida* Thunb., *F. pyriformis* Burm., *F. retusa* var. *nitida* King, *Urostigma benjaminum* (L.) Miq.

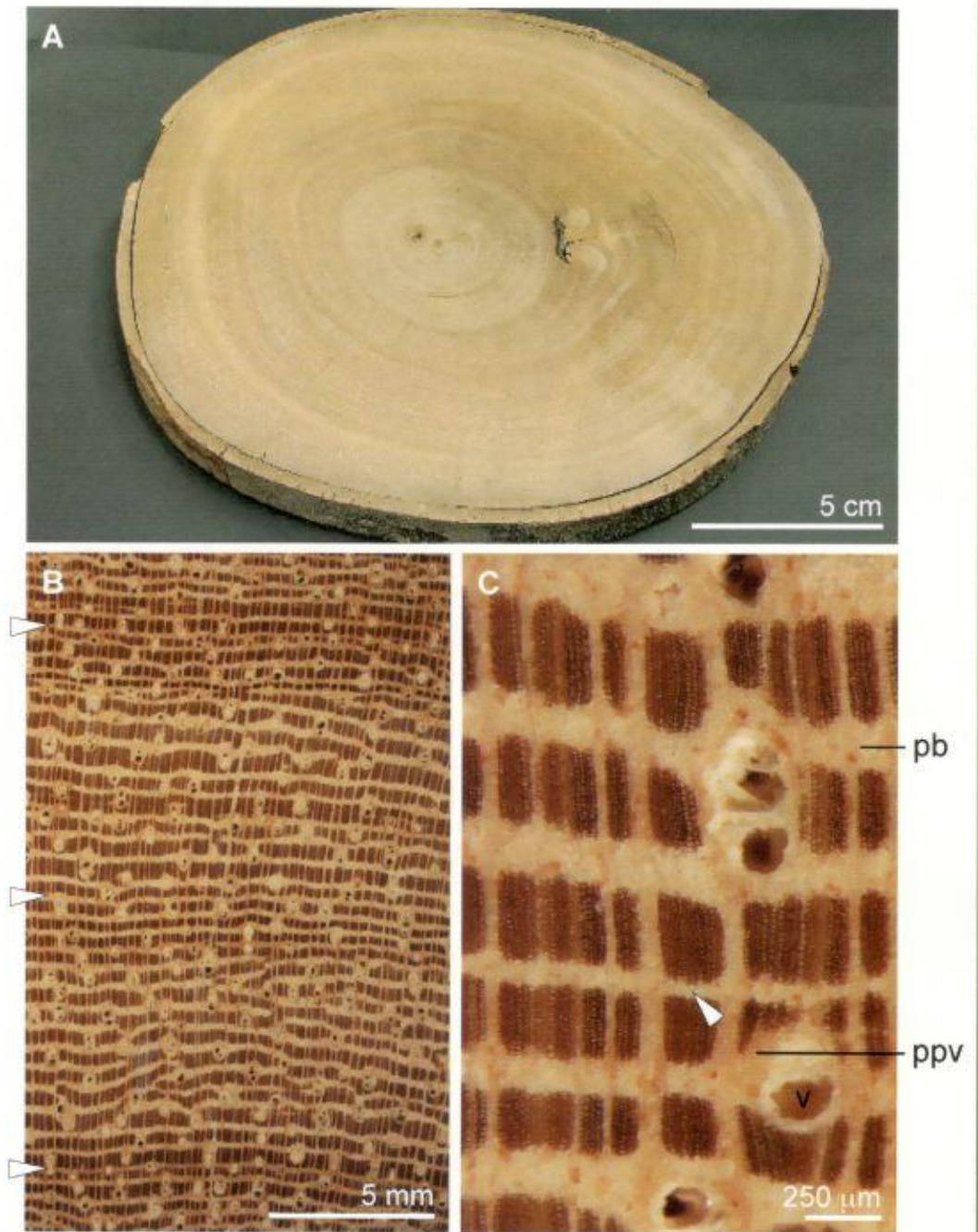
Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa y que los poros son grandes, circulares a levemente ovales, solitarios o agrupados en cadenas radiales de 2 a 5 vasos (Figura B y C). El parénquima axial es abundante, de tipo paratraqueal y bandeado, formando líneas tangenciales más o menos continuas y muy próximas unas de otras (Figura B y C). Los radios son finos y numerosos. Las fibras tienen paredes medianamente engrosadas. La madera de *F. benjamina* tiene una estructura uniforme, con bandas de fibras alternando con bandas de parénquima, lo cual da la apariencia de una ordenación laminada (Figura C).

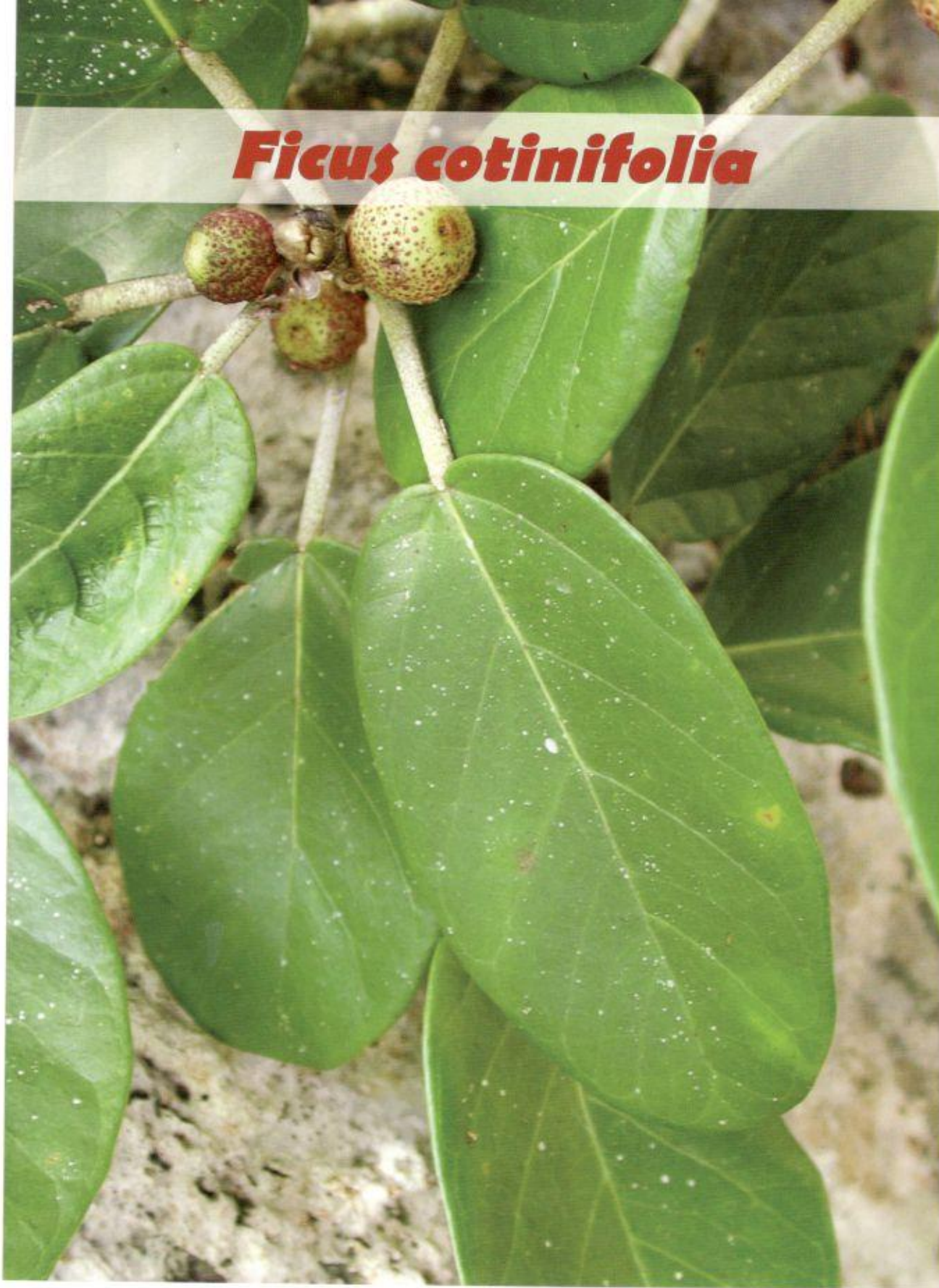
Los anillos de crecimiento son inconspicuos. Sin embargo, a simple vista se observan líneas de coloración más intensa, las cuales son regulares en su perímetro circular. Esta mayor coloración corresponde, cuando se observa bajo mayor aumento, a zonas con fibras de paredes más engrosadas y lignificadas. Por otro lado, el parénquima bandeado muestra un esquema de separación con sectores donde las bandas se encuentran ampliamente separadas, continuadas de otras zonas con menor separación entre bandas y así sucesivamente. Las zonas con menor separación se corresponden con las áreas de fibras cuya pared tiene mayor espesor. La conjunción de estas dos características en la misma zona de la madera podría ayudar a identificar el límite de los anillos de crecimiento (Figura B, flechas).

En opinión de Valencia Ramos (2011), *Ficus lauretana* de las selvas de Chanchamayo en Perú, no presenta anillos de crecimiento distinguibles, por lo que no tendría potencial dendrocronológico. Sin embargo Worbes (2002), analizando *Ficus* sp de Caparo, Venezuela, encuentra que la madera tiene anillos de crecimiento de regular distinción. La formación estacional (actividad cambial) y la distinción anatómica de los anillos de crecimiento en las diversas especies de *Ficus* debería ser estudiada en mayor detalle para poder ser consideradas en estudios dendrocronológicos.



Ficus benjamina. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, vista de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). C, detalle del parénquima bandeado y límite del anillo (flecha). Madera de Sahcaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 786.

Ficus cotinifolia



Etimología

El género *Ficus* es palabra que deriva del latín *ficus* y significa higuera. El epíteto *cotiniifolia* deriva de la raíz griega *cotinos* = olivo silvestre y latina *folium* = hoja, en alusión a las hojas de olivo silvestre.

Nombre Maya

Sak'awaj, ju'un, ju'un ch'iich', koopo' chit, xkoopo', hu'un (álamo), kopo'.

El árbol

Ficus cotiniifolia Kunth es árbol que inicia su vida como planta epífita, pero más tarde envuelve a su hospedero con sus raíces y ramas y finalmente suprime el tronco del hospedero y sobrepasa la copa del mismo. Puede alcanzar 15 m de altura, con ramas muy extendidas y posee abundante látex que emana cuando alguno de sus órganos son cortados. La corteza es color gris a blanquecina y lisa. Sus hojas son alternas, simples, elípticas, de 5 a 15 cm de largo, con base cordada, márgenes enteros y ápice redondeado. Las flores y frutos se encierran en un sícono globoso (higo).

Distribución y ecología

El sak'awaj es árbol de clima cálido subhúmedo. Se distribuye desde Centroamérica hasta Costa Rica y en México se encuentra en la Península de Yucatán, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz. Habita en clima cálido, entre 60 y 1.500 m de altitud. Es árbol asociado a vegetación secundaria de manglar, bosque tropical caducifolio y subperennifolio y áreas de pastizal.

Usos

Aunque este árbol se considera una fuente importante de polen y néctar para las abejas (Souza Novello, 1981), no está claro como la abeja accede a las flores encerradas dentro del sícono. El látex que se obtiene de los tallos se emplea en bebidas para curar dolencias abdominales (Medicina Tradicional Mexicana, 2009).



Sinonimia: *Ficus glauca* (Liebm.) Miq., *F. guatemalana* (Miq.) Miq., *F. inamoena* Standl., *F. longipes* (Liebm.) Miq., *F. paraisoana* Lundell, *F. subrotundifolia* Greenm., *Urostigma cotinifolium* (Kunth) Miq., *U. glaucum* Liebm., *U. guatemalanum* Miq., *U. longipes* Liebm.

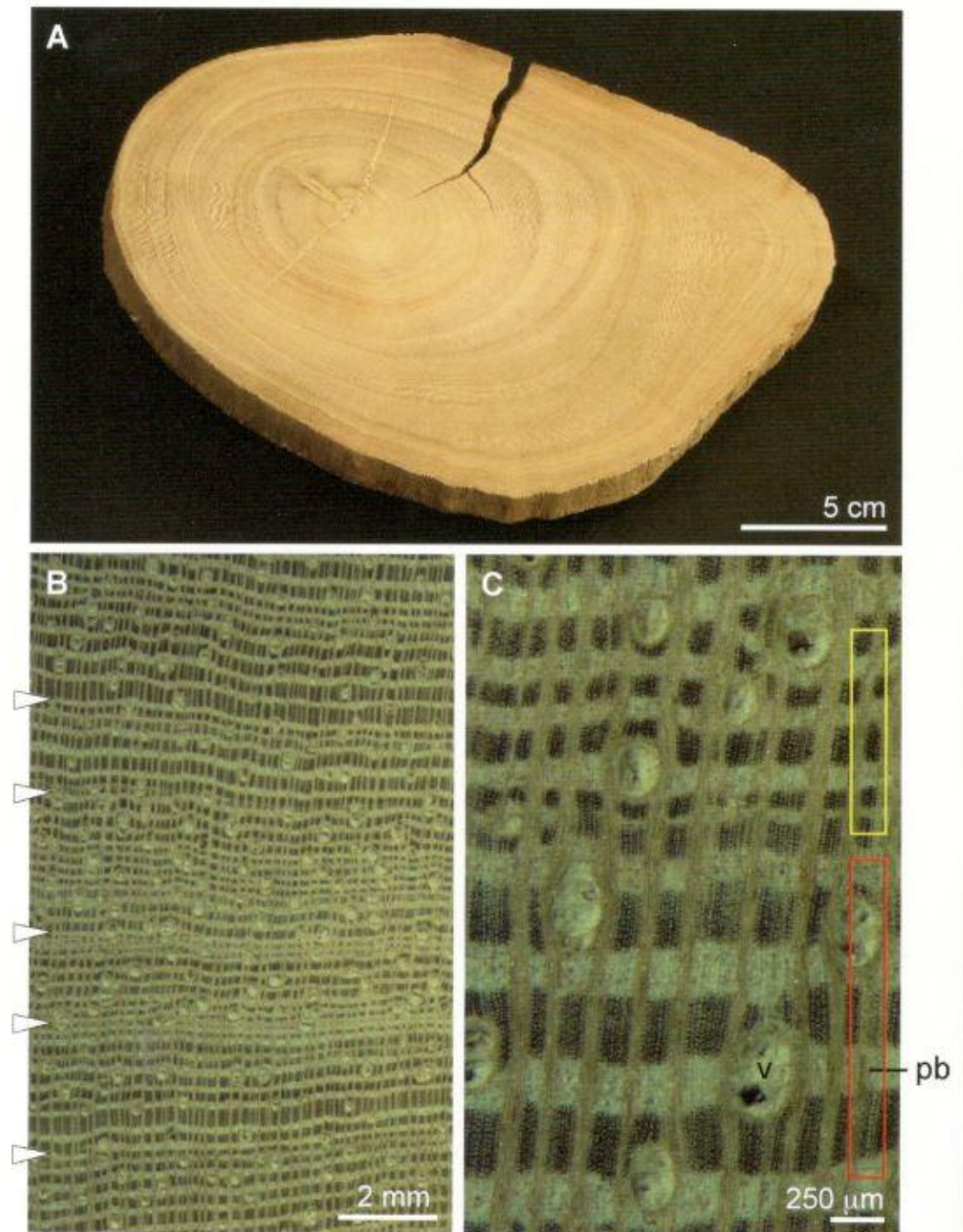
Madera y anillos de crecimiento

La madera de *Ficus cotinifolia* es de color castaño claro, en ocasiones muy claro casi blanco cremoso pero sin distinción de tonalidad entre albura y duramen (Figura A). Esta madera no presenta olor ni sabor que la caractericen. El lustre que alcanza luego de pulido es medio a bajo y es una madera algo áspera, pero blanda y ligera, con densidad de 0,45 g/cm³.

En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa (Figura B) y que los poros son de gran tamaño, circulares a levemente ovales y se presentan solitarios o agrupados en cadenas radiales de 2 y 3 vasos (Figura C). El parénquima axial es abundante, paratraqueal y bandeado, formando líneas tangenciales de regular continuidad en el perímetro circular, próximas unas de otras (Figura B, C). Los radios son finos y numerosos y las fibras tienen paredes medianamente engrosadas.

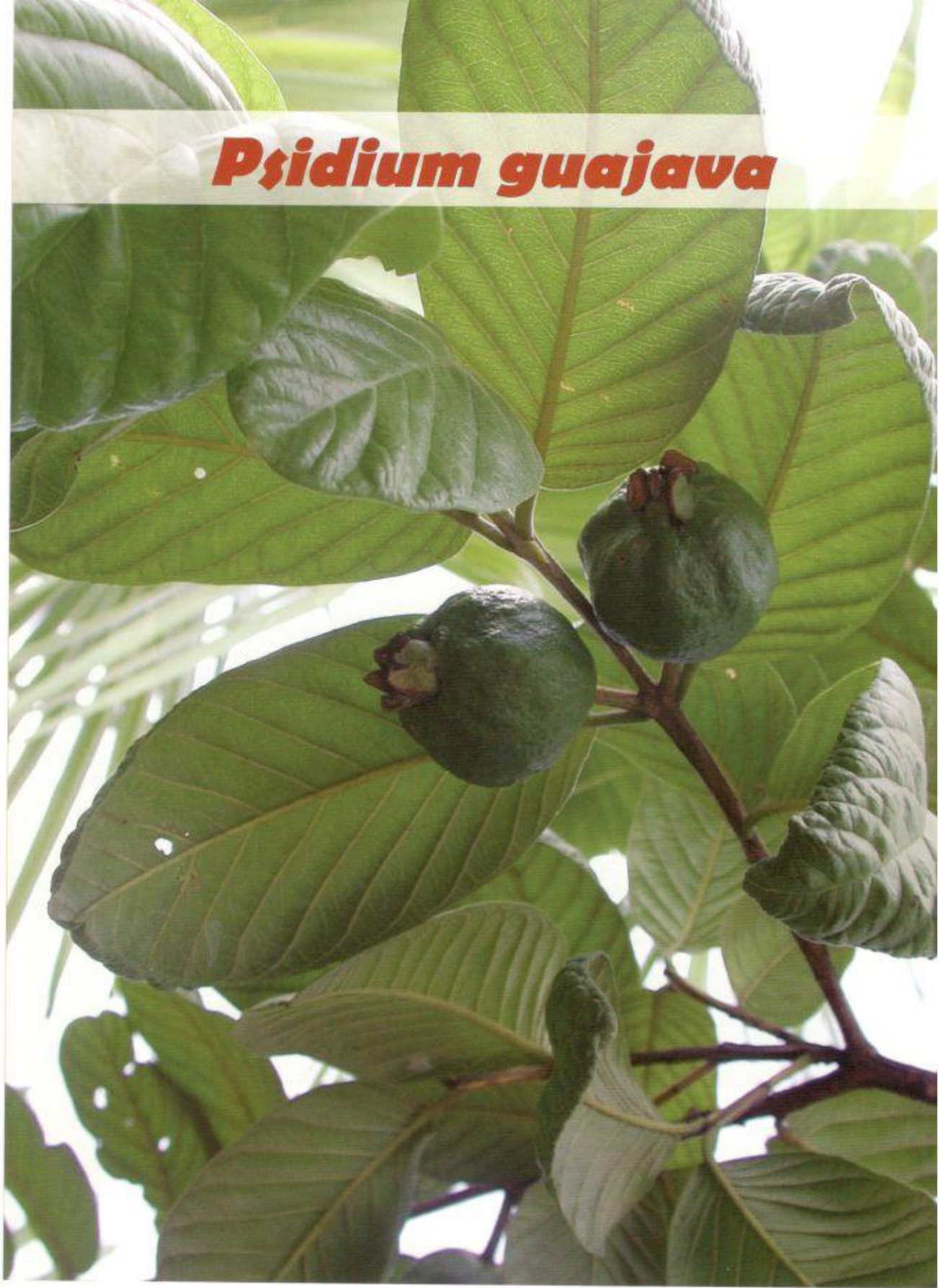
Los anillos de crecimiento del sak'awaj son inconspicuos. Sin embargo, a simple vista se observan líneas de más intensa coloración. Estas líneas son regulares en su perímetro circular. Al observar con lupa o mayor aumento, la mayor coloración se corresponde con zonas de fibras de paredes más engrosadas y lignificadas. En coincidencia con esta zona de mayor densidad, el parénquima bandeado muestra un diseño de menor separación entre bandas (Figura C, recuadro amarillo) respecto a lo que se observa en la zona del leño temprano (Figura C, recuadro rojo). Estas dos características podrían ayudar a distinguir el límite anatómico del anillo de crecimiento.

No hay antecedentes de esta especie sobre el estudio de la formación de sus anillos de crecimiento ni de su aplicación en análisis dendrocronológicos, por lo que deberían ser consideradas las mismas indicaciones expresadas para *Ficus benjamina*.



Ficus cotinifolia. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, vista de la porosidad y del parénquima axial bandeado y posible límite de anillos de crecimiento (flechas). C, zonas de menor espaciado entre bandas de parénquima (recuadro amarillo) y de mayor espaciado (recuadro rojo). Madera de Sahcaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 787.

Psidium guajava



Etimología

Psidium deriva del latín *psidio*, que significa granado (*Punica granatum*) aludiendo tal vez a la similitud entre los frutos de estas dos plantas.

Nombre Maya

Chachak pachi, pachi' (Arellano Rodríguez *et al.*, 1992), pichi', guayaba.

El árbol

Psidium guajava L. es árbol de 5 a 10 m de altura y tronco que alcanza entre 20 a 30 cm de diámetro, con corteza lisa color café y que se exfolia en láminas delgadas. Las hojas son simples, opuestas sobre ramitas con costillas prominentes, de 5 a 15 cm de largo por 3 a 6 cm de ancho, oblongas a elípticas, de borde entero, ápice acuminado y base redondeada. Son rígidas con el reverso piloso y nervaduras realzadas. Las flores son solitarias, color blanco o crema, perfumadas y con numerosos estambres. El fruto es una baya carnosa, globosa a piriforme, fragante, amarillenta al madurar y con pulpa de color amarillo o rosa, conteniendo numerosas semillas.

Distribución y ecología

El chachak pachi es árbol mesoamericano desde donde fue diseminado por españoles y portugueses en los trópicos del Viejo Mundo. Actualmente se lo encuentra desde México y Centroamérica hasta los 30° de latitud en ambos hemisferios. Es planta semidecídua, heliófila y de requerimientos hídricos relativamente elevados. Se encuentra en clima cálido, semicálido, semiseco, seco y templado, húmedo a subhúmedo. Puede prosperar en suelos con problemas de drenaje y de naturaleza caliza. Es muy común encontrarlo a orillas de caminos o riachuelos y en vegetación de sabana dedicada al pastoreo, donde el fuego favorece su distribución. También este árbol está asociado a vegetación de duna costera, bosque tropical caducifolio, subcaducifolio, perennifolio y subperennifolio, bosque espinoso, matorral xerófilo de tipo subtropical, pastizal, bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, de pino y mixto de encino-pino. Muy cultivado en huertos familiares y como plantación comercial.

Usos

Psidium guajava tiene madera fácil de trabajar. Es empleada en la construcción de cabos para herramientas, como también en construcciones pesadas, puentes, para pisos y postes de cercas. Es requerida como leña. El principal



Sinonimia: *Guajaba pyrifera* (L.) Kuntze, *Myrtus guajava* (L.) Kuntze, *Psidium guayava* Raddi, *P. pomiferum* L., *P. pyriferum* L., *P. igatemyensis* Barb., *P. pumiferum* L., *P. pumilum* Vahl.

uso de esta planta es por sus frutos, que son abundantes en vitamina C (Rocas, 1986). La corteza, rica en taninos, puede ser empleada en curtiembre. Es muy apreciada en medicina popular, empleándose en tratamientos de enfermedades gastrointestinales al beber infusión de sus hojas, para preparar soluciones contra parásitos mediante cocción de sus frutos y en tratamientos dérmicos mediante cataplasmas con sus hojas (Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

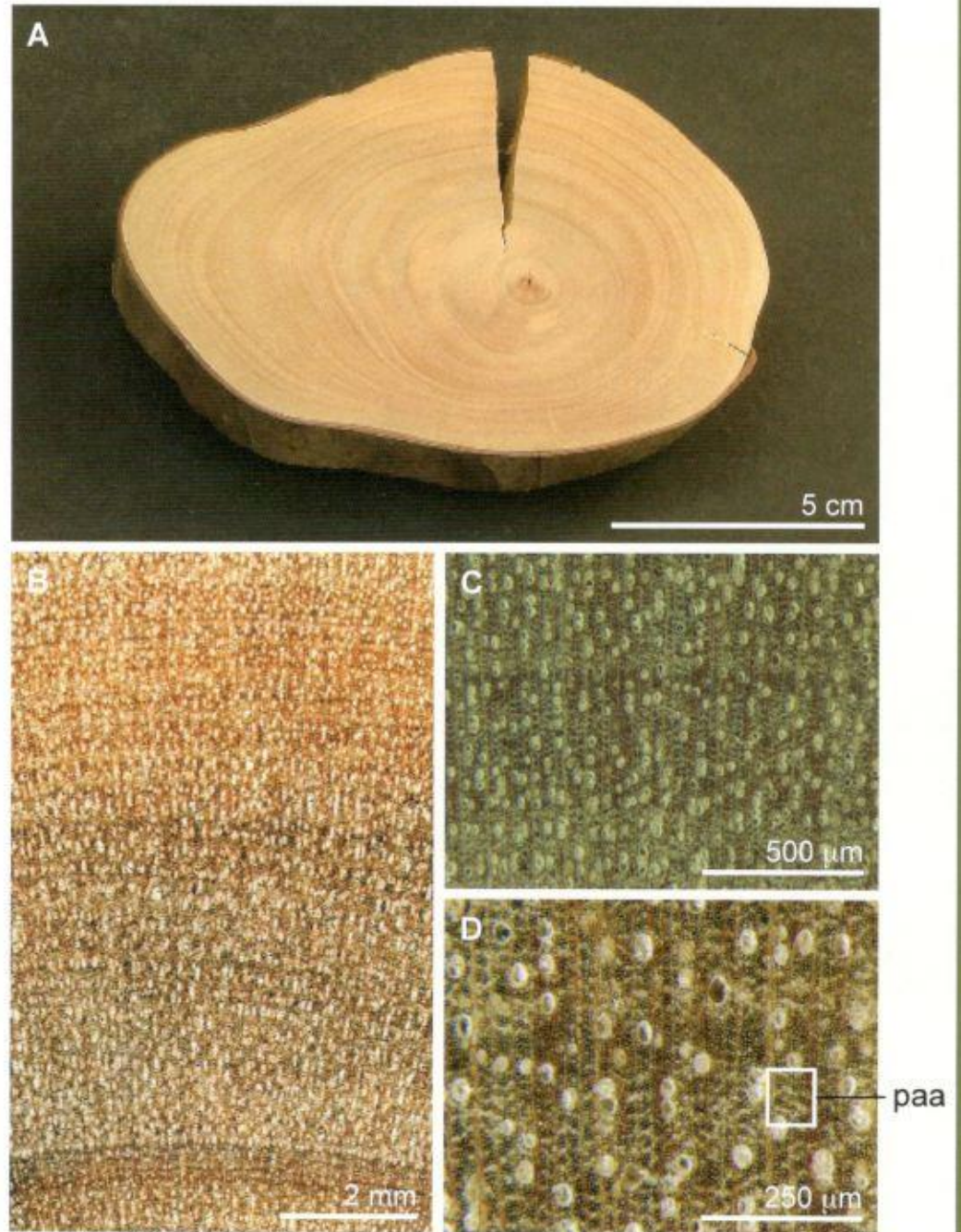
Madera y anillos de crecimiento

La madera del chachak pachi es de color castaño rosáceo claro a grisáceo, generalmente uniforme, pero a veces con una leve diferencia de tonalidad entre albura y duramen (Figura A). No presenta olor ni sabor que la caractericen y es opaca incluso después de pulida, pero que toma muy buen acabado debido a su textura fina. Es madera moderadamente pesada y dura, con densidad de 0,8 g/cm³.

En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa, pero en algunos anillos tiende a ser semianular (Figura B). Los poros son de contorno ovalado, numerosos por unidad de superficie y de tamaño pequeño. Son solitarios o en cadenas radiales compuestas de 2 a 4 vasos (Figura C). El parénquima axial es relativamente abundante, de tipo apotraqueal difuso y difuso en agregados en cortas líneas de orientación tangencial o diagonal (Figura D). Los radios son numerosos y finos y las fibras tienen paredes medianamente gruesas.

Los anillos de crecimiento son inconspicuos. A simple vista se observa en el corte transversal que hay bandas más oscuras, que al ser observadas con lupa o mayor aumento corresponden a zonas conformadas por fibras cuyas paredes son algo más engrosadas que lo normal, pero también más lignificadas y levemente aplanadas en sentido radial. Estas bandas de fibras pueden localmente confluir hasta desaparecer, conformando anillos discontinuos o en cuña.

De acuerdo a Worbes (2002) *Psidium acutangulum* de los sistemas de várzea en Brasil, muestra anillos de crecimiento de regular distinción. De manera similar, en un estudio relacionado con la dendrocronología en zonas tropicales, se menciona que un gran número de especies tropicales forman anillos de crecimiento anual, entre ellas *Psidium guajava* (Giraldo Jiménez, 2011). Por estos antecedentes es sugerible estudiar en mayor detalle la formación estacional y la distinción anatómica de los anillos de crecimiento en *P. guajava* como para poder ser empleados en estudios dendrocronológicos.



Psidium guajava. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la porosidad. D, detalle del parénquima apotraqueal disperso u ordenado en cortas líneas tangenciales o en diagonal (recuadro). Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 754.

Neea cf. psychotrioides



Etimología

Nombre genérico dedicado al botánico franco-español Luis Née (1734-1803).

Nombre Maya

Cak muk, ta'si, xtats'i', clavel, palo pozole.

El árbol

Neea cf. psychotrioides Donn. Sm. es un arbusto o árbol de hasta 10 m de alto con tallos finamente pubescentes en la juventud y luego glabros. Las hojas son opuestas o en verticilos de cuatro, simples, oblongo lanceoladas, de base aguda y ápice acuminado, glabras. El margen es entero. Las inflorescencias son terminales con flores pequeñas y rosadas. El fruto es oblongo-elipsoide, de 6-12 mm de largo y 3-7 mm de ancho, de color rojizo o rojizo purpúreo.

Distribución y ecología

El cak muk es de origen centroamericano. Se lo encuentra desde el noreste y centro de México hasta Costa Rica. En México se lo encuentra en Tamaulipas, San Luis Potosí, Oaxaca, Veracruz, Puebla, Campeche, Quintana Roo, Yucatán. Habita en selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y selva mediana subperennifolia, bajo clima cálido subhúmedo (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). A menudo crece en bosque secundario. Es árbol decíduo.

Usos

No se registran usos de esta especie.

Madera y anillos de crecimiento

El color de la madera del cak muk puede ser variado desde crema-rosado o pardo grisáceo, verdosa o amarillenta, sin diferencia evidente entre duramen y albura (Figura A). Presenta un jaspeado muy notable producido por la distribución del floema secundario y no presenta olor ni sabor que la caractericen. Es una madera opaca o con poco lustre y tiene una textura áspera y algo difícil de trabajar. Es una madera dura y de peso mediano a alto, con densidad de 0,64 a 0,72 g/cm³.

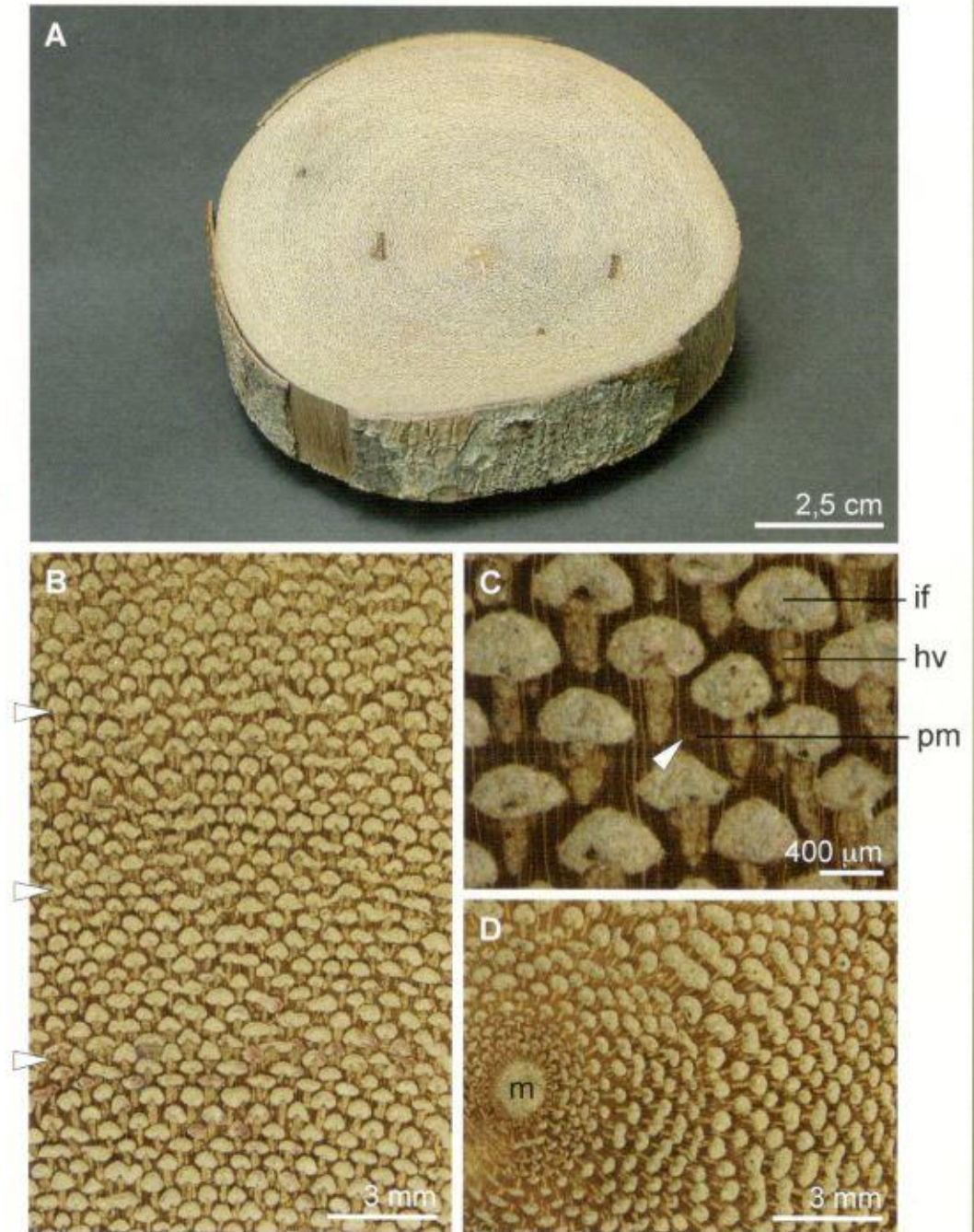
La madera del cak muk presenta cambium sucesivo, también denominado comúnmente floema incluido y descrito como una variante del funcionamiento cambial (IAWA, 1989). En el plano transversal se observa que el floema se



Sinonimia: *Neea laetevirens* Standl., *N. belizensis* Lundell.

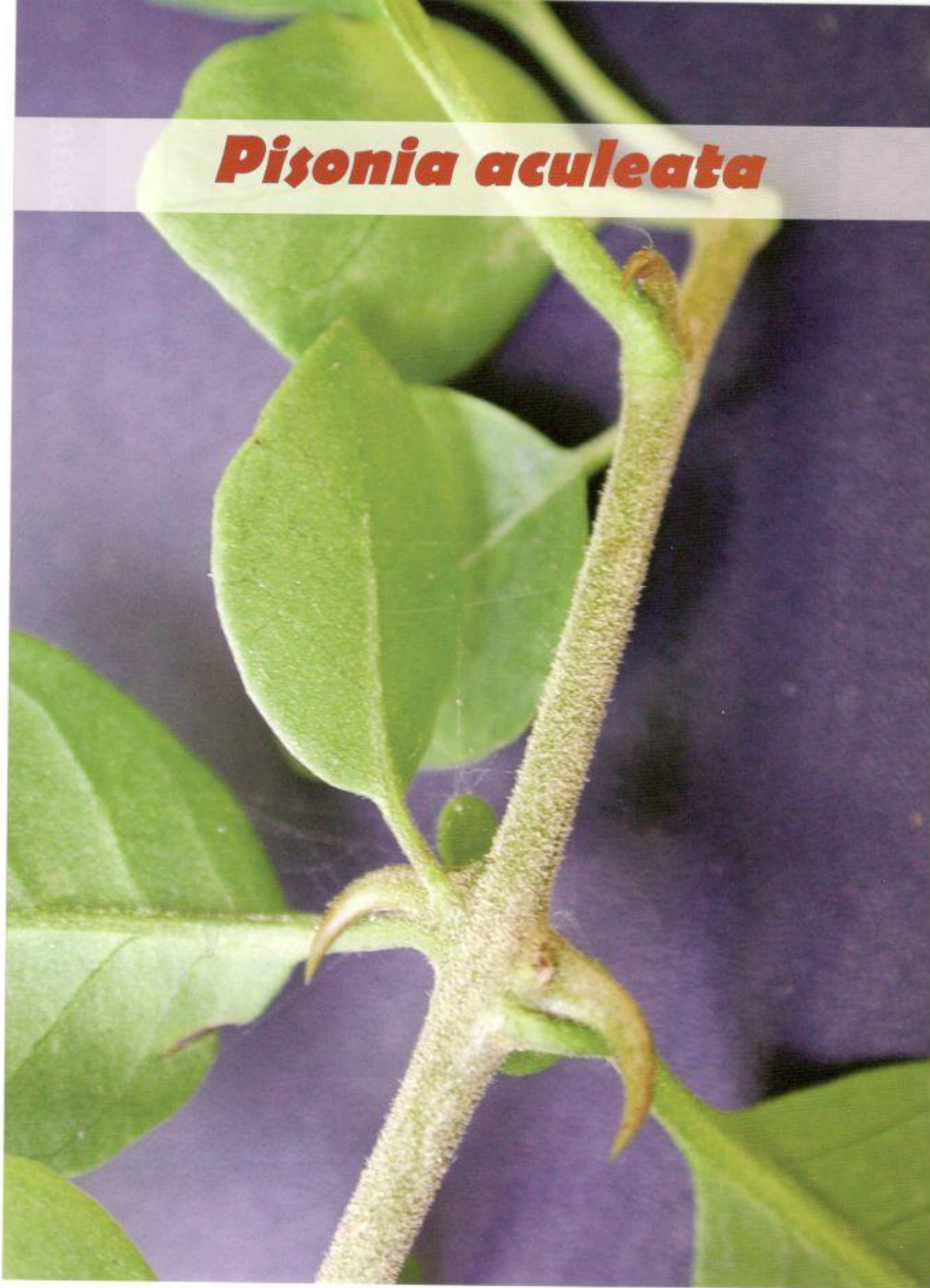
encuentra en islas de ubicación dispersa y que los vasos se ordenan hacia el interior de estas islas, en grupos orientados en el sentido radial (Figura C). Ambos están distribuidos en una matriz de fibras. Los radios son numerosos y muy finos. Las fibras son de pared medianamente engrosada.

Las zonas o anillos de crecimiento son de difícil distinción en el cak muk. Una zona de parénquima marginal, débilmente demarcada, podría estar vinculada al límite del anillo de crecimiento (Figura B, flechas). No se registran antecedentes sobre estudios de formación de anillos de crecimiento ni aplicaciones en estudios dendrocronológicos.



Neea cf. *psychotrioides*. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C y D, vistas de la distribución del floema secundario (islas de floema) y xilema secundario. C, detalles del floema y xilema y probable límite de anillo de crecimiento (flecha). D, vista del sector de madera juvenil, con islas de floema de tamaño creciente desde la médula (m) hacia la corteza. Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 798.

Pisonia aculeata



Etimología

Nombre dado en honor al médico y naturalista holandés Willem Piso (1611-1678).

Nombre Maya

Beeb, be'eb, hbeeb (Arellano Rodríguez *et al*, 1992).

El árbol

Pisonia aculeata L. es una planta arbustiva de hasta 3 m de altura, de rápido desarrollo, muy ramificada y con fuertes espinas recurvadas y de inserción opuesta. Estas espinas sirven para sujetarse de otras plantas y ascender hasta sus copas. Las hojas son simples, ovales a elípticas, aunque se presentan dimórficas y muy variables en tamaño, desde 2 a 15 cm en el largo y 1,5 a 6 cm en el ancho. Las flores tienen estambres muy exertos y están reunidas en cimas axilares. El fruto es claviforme o elipsoide, anguloso conteniendo en cada ángulo una hilera de glándulas.

Distribución y ecología

Pisonia aculeata es una planta pantropical, encontrada en los trópicos del Nuevo Mundo y considerada introducida en África, Asia y las Filipinas. En América su distribución comprende a Centroamérica, las Antillas y el norte de Sudamérica. Crece desde el nivel del mar hasta altitudes próximas a 1.000 m. Tiene gran plasticidad para adaptarse a distintos tipos de suelo y a rangos de precipitación desde 700 a 2.000 mm/año. En México se encuentra en la Península de Yucatán, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz. Es de clima cálido subhúmedo en selva baja caducifolia, mediana subperennifolia, alta perennifolia y baja inundable (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). Puede comportarse como siempreverde o decidua dependiendo de la condición climática.

Usos

La madera de beeb es empleada para leña y carbón. También como árbol frutal. Standley (1930) informa que la infusión hecha de las hojas de esta planta se utiliza para tratar dolores de articulaciones (Medicina Tradicional Mexicana, 2009). Se considera a esta planta como una fuente importante de polen y/o néctar para las abejas (Souza Novello, 1981).

Sinonimia: *Pisonia grandifolia* Standl., *P. loranthoides* Kunth, *P. macranthocarpa* Donn., *P. monotaxadenia* Wright, *P. sieberi* Schltr., *P. villosa* Poir, *P. yaguapinda* Parodi.



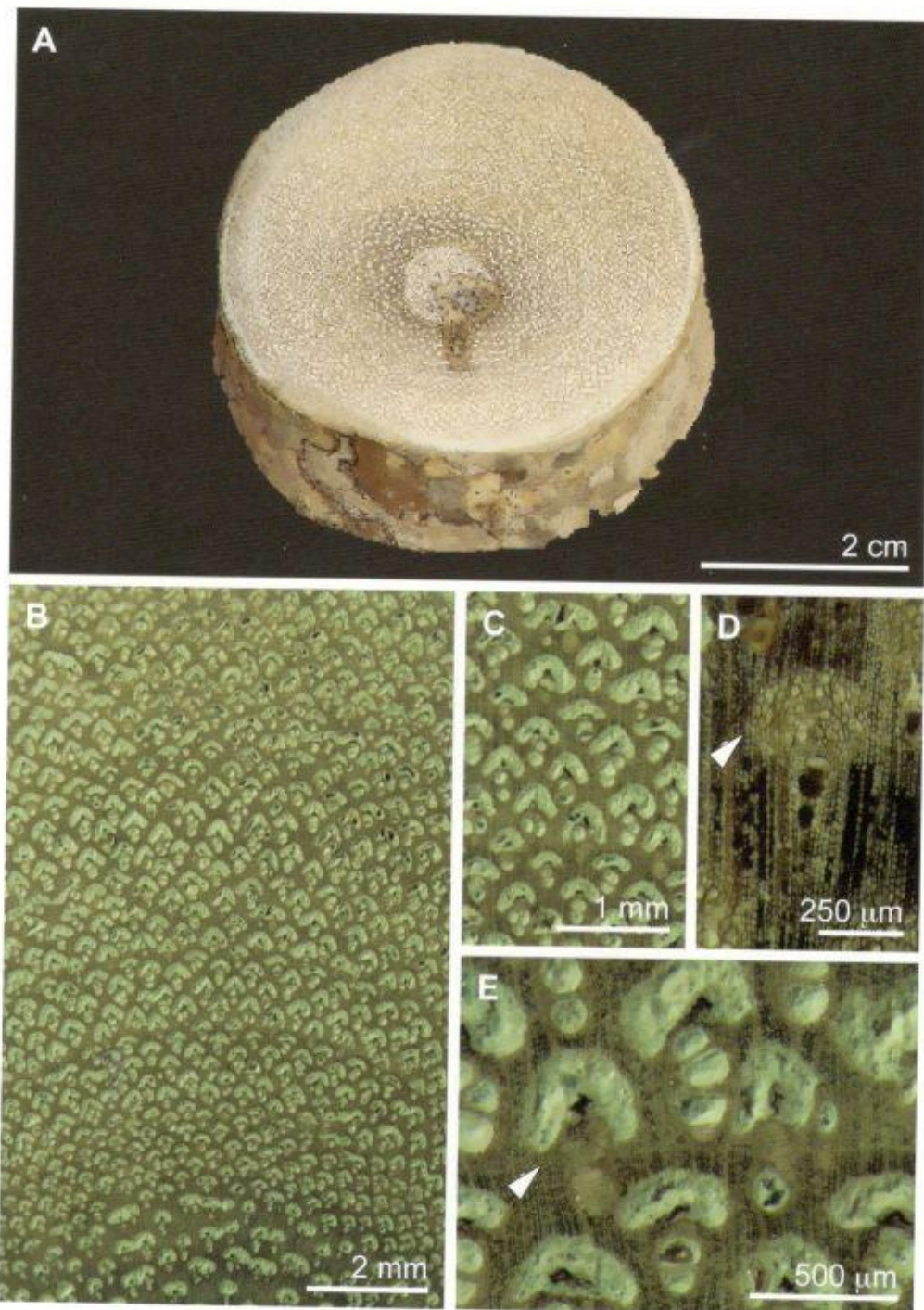
Madera y anillos de crecimiento

La madera de beeb es de color homogéneo crema blanquecino, ligeramente amarillento o grisáceo. No presenta diferencia entre la albura y duramen (Figura A). No posee olor ni sabor que la caractericen y es opaca, de textura media a áspera. Es madera blanda y ligera, con una densidad de 0,32 g/cm³.

La porosidad de beeb es de tipo difusa, con vasos que se presentan solitarios o en múltiples radiales de 2 a 3 vasos. El parénquima paratraqueal es escaso. En la sección transversal se observa una serie de manchas o áreas en forma de herradura de color blanquecino más claro y que corresponden a tejido de floema el cual es difuso en su distribución y asociado a los vasos (Figura B, C, D). Todos estos tejidos están incluidos en una matriz de fibras con pared gruesa.

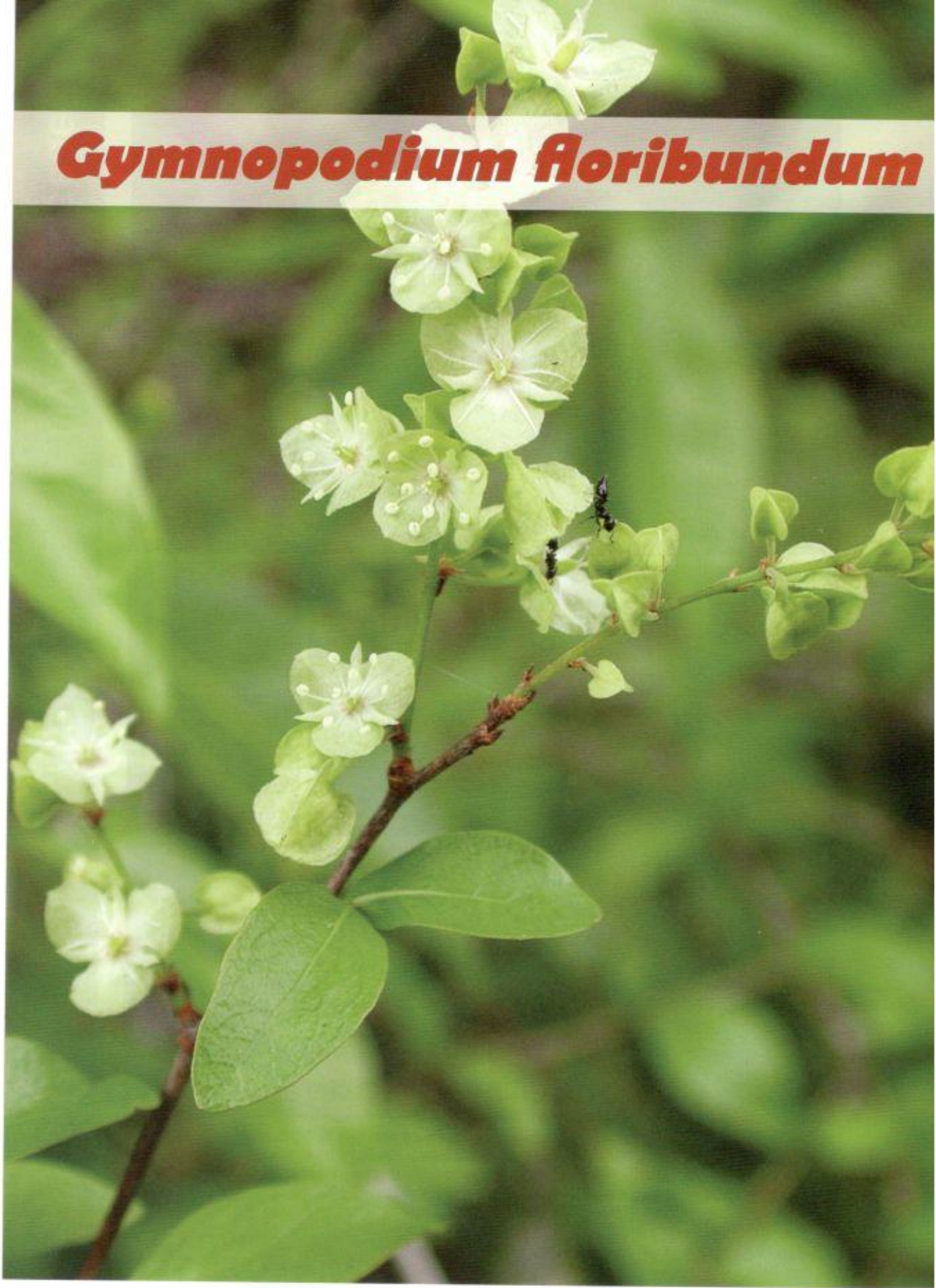
Los anillos de crecimiento se insinúan por la presencia de una tenue línea de fibras con paredes más engrosadas en el leño tardío (Figura E), aunque en general son de difícil distinción.

Grissino Mayer (1993) cita a *Pisonia grandis* como una especie con potencial dendrocronológico. Sin embargo León (2009) encuentra que *Pisonia aculeata* de Venezuela, no presenta anillos de crecimiento demarcados, lo que coincide con las descripciones realizadas en este trabajo.



Pisonia aculeata. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C y D, imágenes de la distribución de las islas de floema. D, detalle de una isla de floema (flecha) y los vasos xilemáticos ubicados en la parte inferior. E, posible límite del anillo de crecimiento (flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 806.

Gymnopodium floribundum



Etimología

El epíteto genérico es de raíz griega gymno = desnudo y podus = pie.

Nombre Maya

Ts'its ilche', saks'ts'its'ilche (Arellano Rodríguez *et al*, 1992), dzidzilché.

El árbol

Gymnopodium floribundum Rolfe es un arbusto o árbol pequeño de 2 a 7 m de altura, de corteza con fisuras profundas, desprendiéndose en tiras finas como listones alargados. Cuando joven se comporta como planta trepadora y alcanzando la etapa adulta adquiere hábito arbóreo. Las hojas son alternas, simples, ovadas a elípticas, de margen entero, peciolo corto con estípulas color ocre, limbo de base redondeada a obtusa y ápice redondo a obtuso, pubescentes en la cara abaxial. Las flores son verdosas, reunidas en panículas. El fruto es un aquenio bicóncavo, conteniendo una semilla.

Distribución y ecología

La distribución del ts'its ilche' en México comprende la Península de Yucatán, Chiapas, Oaxaca y Tabasco. En Centroamérica se localiza en Belice y Guatemala. Es planta de clima cálido subhúmedo a muy seco o desértico y forma parte de la composición florística de zonas de duna costera, selva baja caducifolia, selva mediana y selva baja inundable (Flora Digital Península de Yucatán, 2010). Es planta que se reproduce rápidamente en zonas que han sido incendiadas, es resistente a la sequía y tiene capacidad para crecer en suelos someros o en afloramientos rocosos. Es hospedero de muchas epífitas que encuentran en su corteza beneficiosas condiciones para fijarse.

Uso

La madera del ts'its ilche' es usada para leña (Quiroz Carranza & Orellana, 2010). La corteza ofrece un sustrato adecuado para el establecimiento de bromeliáceas y orquídeas. Las flores producen mucho néctar para abejas (Souza Novello, 1981; Suarez Molina, 1981), el cual es considerado de excelente calidad.

Sinonimia: *Gymnopodium floribundum* var. *antigonoides* (Rob.) Blake, *Millspaughia leiophylla* Blake.



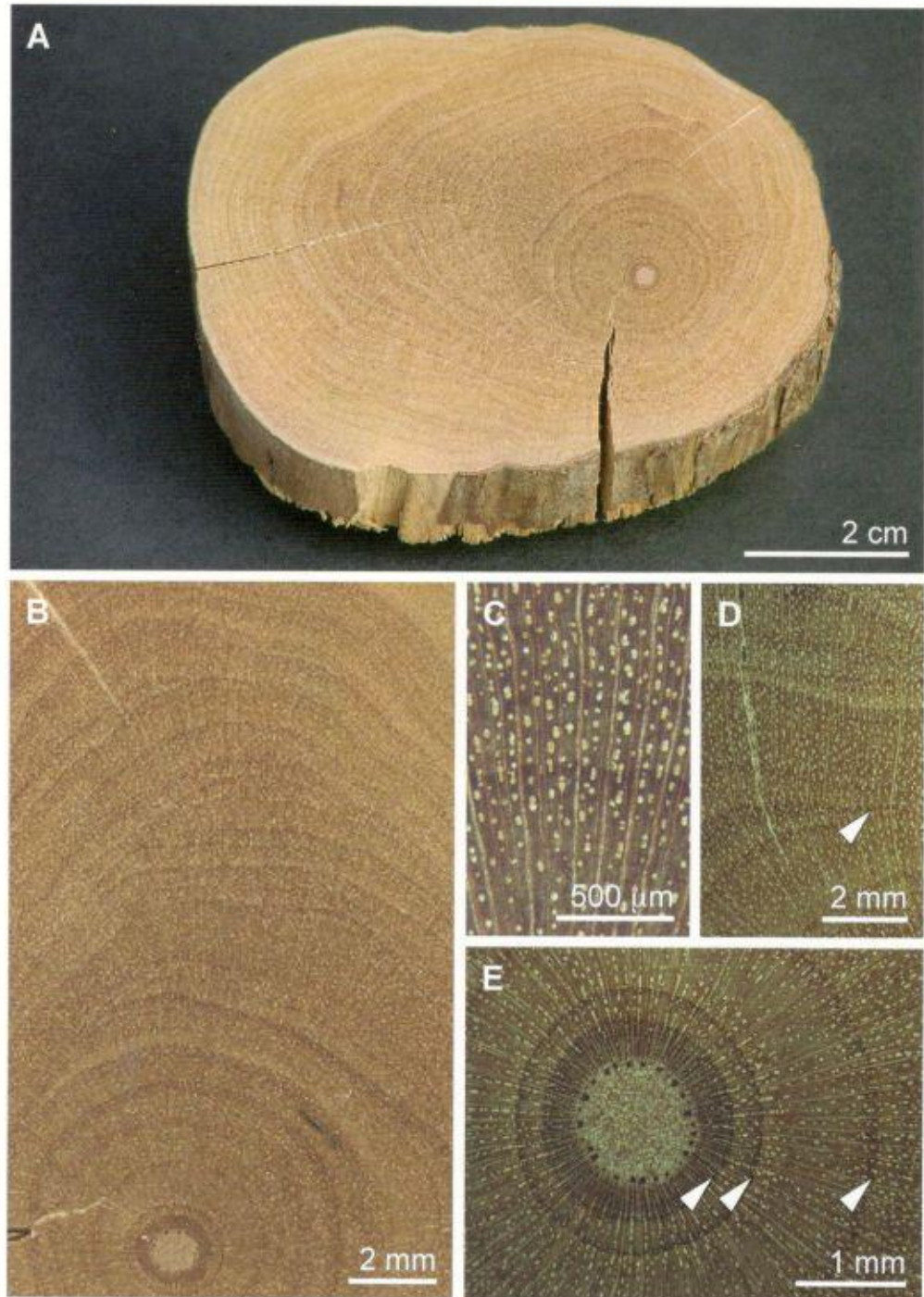
Madera y anillos de crecimiento

Esta madera frecuentemente no presenta diferencias de color entre albura y duramen presentándose toda de color castaño claro rosáceo, aunque en algunos ejemplares sí se puede observar una albura de color pardo amarillo claro (Figura A). Es una madera de textura fina y es medianamente dura y pesada, con densidad de 0,83 g/cm³.

En el corte transversal se observa que la porosidad es de tipo difusa (Figuras C y D) y que los poros son pequeños y abundantes, agrupados en cadenas radiales de 2 a 4 vasos y a veces solitarios (Figura C). El parénquima axial es escaso paratraqueal. Los radios son relativamente finos y abundantes y las fibras presentan paredes engrosadas.

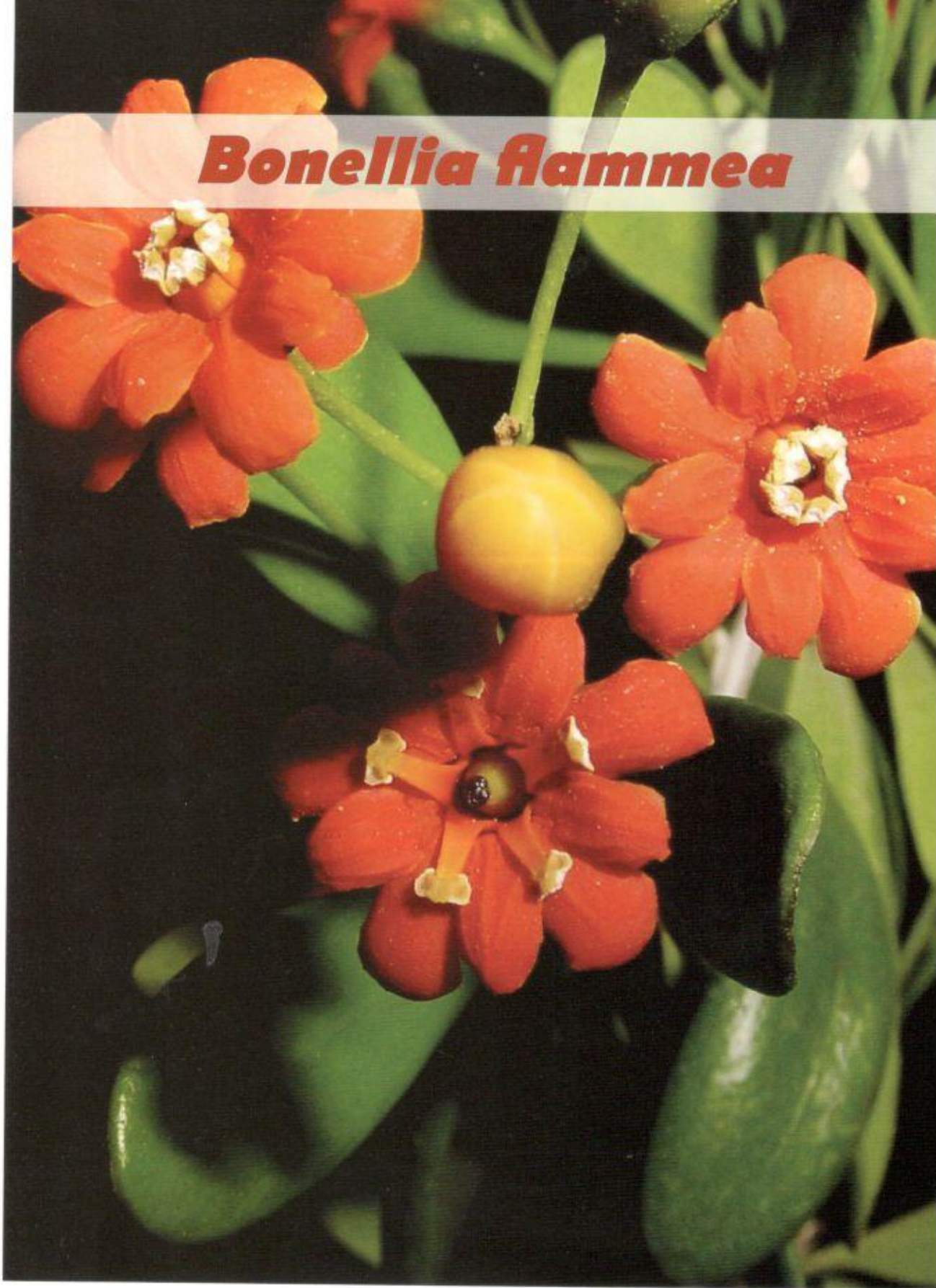
Los anillos de crecimiento se distinguen a simple vista. Mediante una lupa se puede notar el límite del anillo de crecimiento caracterizado por fibras de paredes más gruesas y aplanadas en sentido radial (Figura E). De esta forma, la distinción entre leño temprano y tardío es bien manifiesta. En anillos anchos, suelen aparecer zonas de mayor densidad conformadas por fibras con paredes de aspecto similar a las observadas en el leño tardío. Los anillos no son regulares en su contorno circular y aparecen zonas con anillos en cuña o discontinuos (Figuras B y D, flecha).

De acuerdo a observaciones realizadas en selva baja caducifolia de Yucatán por Valdez Hernández *et al* (2010), *Gymnopodium floribundum* presenta fluctuaciones en la cobertura foliar, con producción de hojas en verano (junio a julio), cuando la precipitación es constante y pérdida parcial del follaje durante la estación seca (diciembre a mayo). Es durante esta estación donde *G. floribundum* reduce la actividad de crecimiento. No se han realizado aún estudios dendrocronológicos con esta especie o especies del mismo género.



Gymnopodium floribundum. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, aspectos de los anillos de crecimiento. Se observa que su espesor no es regular en su recorrido circular. C y D, vistas de la porosidad difusa. D, anillo en cuña (flecha). E, detalle del límite de los anillos de crecimiento (flechas). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 793.

Bonellia flammea



Etimología

Bonellia, en honor de Franco Andrea Bonelli (1784-1830), zoólogo italiano; el epíteto *flammea*, del latín flammeus = rojo flama, rojo encendido, escarlata, en referencia al color de las flores.

Nombre Maya

Chak sik, chaksink'ink'aax.

El árbol

Bonellia flammea (Millsp.) Ståhl & Källersjö es un arbusto o árbol pequeño de hasta 5 m de altura, con ramitas glabras, blancas. La hoja es lanceolada o angostamente obovada, pequeña de 1 a 2 cm de largo por 0,5 a 1 mm de ancho, gruesa, coriácea, de margen liso, base atenuada y ápice obtuso a agudo. Tiene vistosas flores color naranja reunidas en grupos de 4 a 9 flores sostenidas en racimos de 1 a 2,5 cm de largo. El fruto mide 1 a 2 cm de diámetro, es subgloboso a oblongo, color naranja y con superficie lisa.

Distribución y ecología

El chak sik es una planta endémica en la Península de Yucatán. Se la encuentra en ambiente de sabana, integrando la vegetación de duna costera y en selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

La madera de *Bonellia flammea* es muy atractiva por sus anchos radios, lo que le provee un veteado vistoso. Sin embargo, el limitado tamaño de las piezas y su tendencia a rajarse durante el secado acotan su rango de aplicación. Las semillas son tóxicas. Es planta usada como ornamental y es citada como nectarífera.

Madera y anillos de crecimiento

El color de la madera del chak sik es castaño amarillento, a veces ligeramente verdoso y presenta muy notables líneas color crema, que corresponden a los radios medulares visibles a simple vista, contrastando con el resto de la madera (Figura A). No se observa diferencia de tonalidad entre albura y duramen. Es madera de lustre bajo y textura áspera y es medianamente dura y pesada.

Sinonimia: *Jacquinia flammea* Millsp.

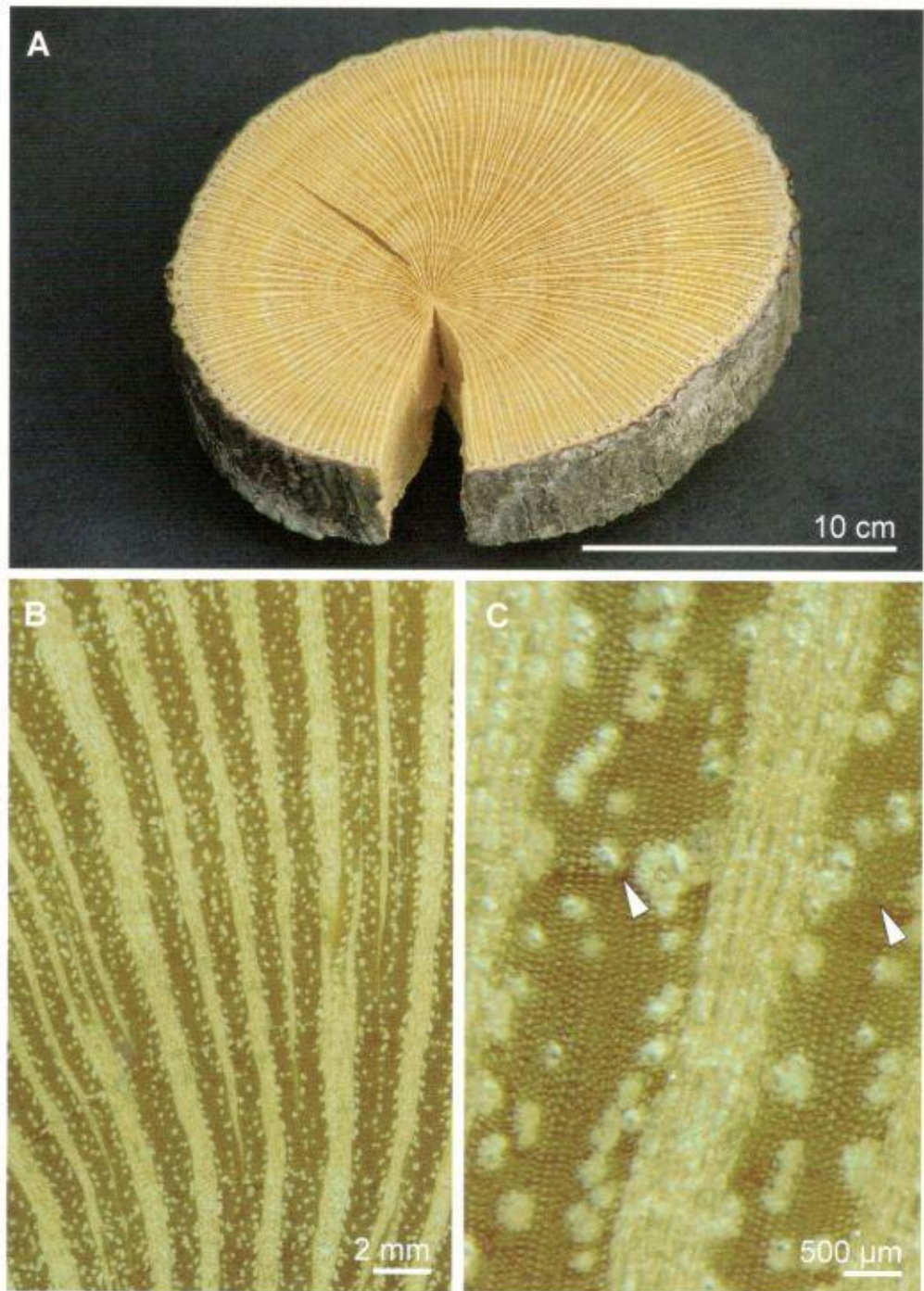
Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa (Figura B, C) y los poros son pequeños, de sección oval a circular, principalmente solitarios y algunos agrupados en cadenas radiales o ligeramente diagonales de 2 a 4 poros. El parénquima axial es escaso paratraqueal vasicéntrico. Los radios medulares son conspicuos, multiseriados, representando el carácter anatómico más distinguible de esta madera (Figura B, C). Las fibras son de pared gruesa.

Los anillos de crecimiento son difíciles de observar. Sin embargo, se presenta una ligera mayor frecuencia y ordenada distribución de los vasos en el inicio del leño temprano. Además existe un leve aplanamiento de las fibras de leño tardío en dirección radial, lo que parecerían indicar el límite del anillo de crecimiento (Figura C, flechas).

No se registran experiencias anteriores sobre el empleo de *Bonellia flammea* en análisis dendrocronológico.



Bonellia flammea. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, vista de la distribución de los poros y radios. C, detalle del límite de un anillo de crecimiento (flechas). Madera colectada en Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 816.

Colubrina elliptica



Etimología

El género deriva del latín coluber que significa serpiente o culebra, en referencia a la forma de sus tallos.

Nombre Maya

Sacna-ché

El árbol

Colubrina elliptica (Sw.) Brizicky & W. L. Stern es un arbusto o árbol que alcanza 2 a 6 metros de altura. La corteza del tronco presenta un ritidoma que se exfolia en láminas delgadas, lo que produce contrastes de coloración con las capas de corteza más internas. Las hojas son alternas, simples, elípticas, de base y ápice de forma aguda y borde entero. La cara abaxial es pilosa. Las flores son de tonalidad verde amarillenta, las cuales son de pedúnculo floral corto y se encuentran en inflorescencias reunidas en grupos axilares. El fruto es pequeño, de 5 a 10 mm de diámetro, globoso y de coloración rojiza.

Distribución y ecología

En México se encuentra este árbol en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Michoacán, Puebla, Oaxaca, Chiapas y la Península de Yucatán. Esta planta forma parte de la vegetación de las selvas baja caducifolia, selva mediana y selva baja inundable, en clima cálido y subhúmedo (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

Las hojas y la madera del sacna-ché se maceran en agua para producir un colorante amarillo.

Madera y anillos de crecimiento

El duramen de esta especie es color castaño oscuro, muy contrastado con la albura que es de color amarillo claro a rosáceo (Figura A). Es una madera sin olor y sabor y con lustre mediano y textura fina. Es madera pesada y dura, con densidad de 0,84 g/cm³.

En el plano transversal se observa porosidad de tipo semianular ya que los poros se encuentran muy agrupados al principio del anillo de crecimiento. Estos poros son de tamaño pequeño y muy abundantes por unidad de área (Figura B, C). Son de sección circular a oval y se presentan principalmente

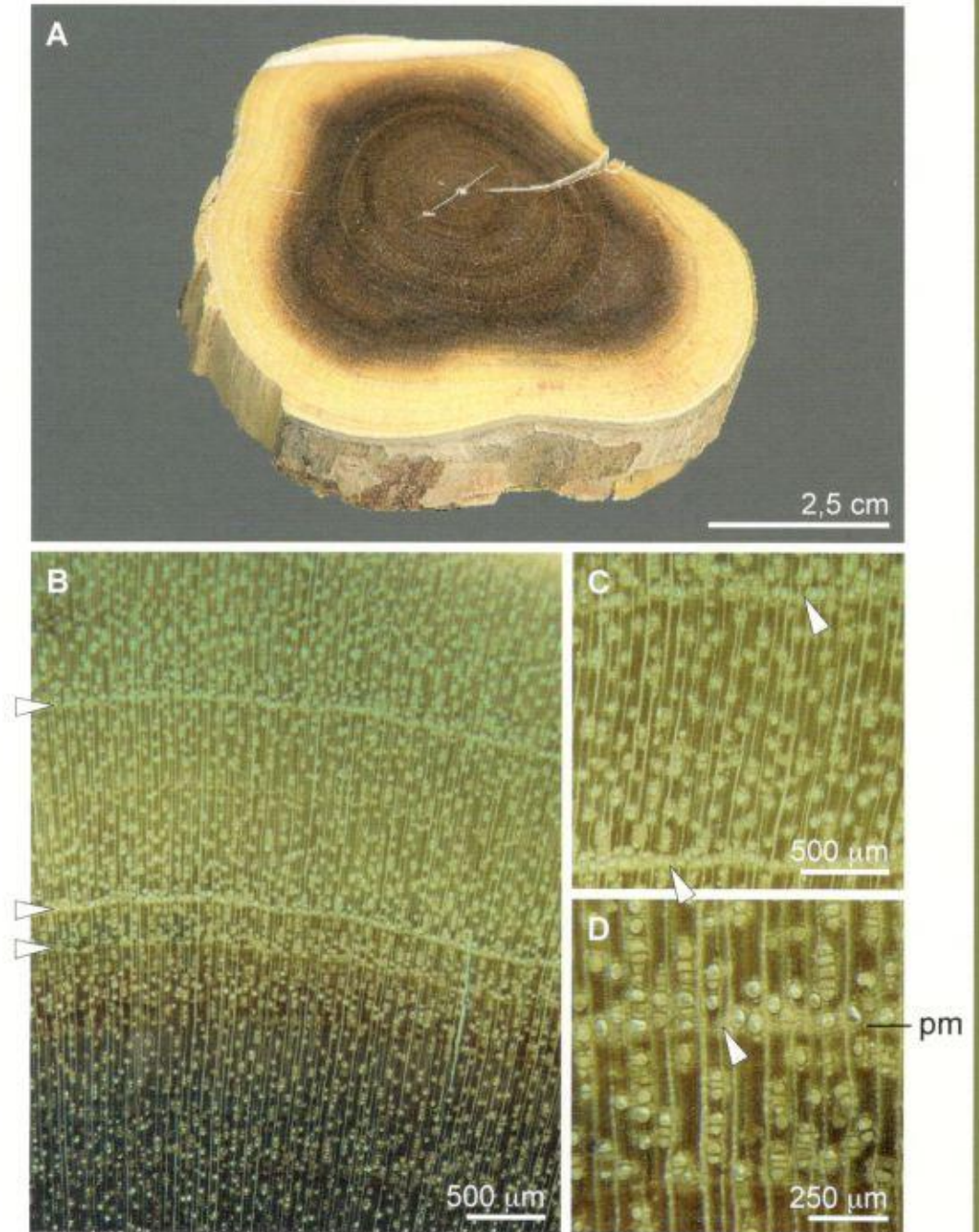
Sinonimia: *Ceanothus reclinatus* L'Hér., *Colubrina fermenta* Rich., *C. hondurensis* Molina, *C. pittieriana* Steyerem., *C. reclinata* (L'Hér.) Brongn., *C. venezuelensis* Steyerem., *Diplisca elliptica* Raf., *Rhamnidium moreireanum* Glaz., *Rhamnus elliptica* Sw., *Ziziphus mauritiana* Lam.



agrupados en cadenas radiales de 2 a 6 poros y algunos solitarios (Figura D). El parénquima axial es paratraqueal vasicéntrico y también se observa asociado al inicio del anillo de crecimiento como parénquima marginal. Los radios medulares son numerosos y finos y las fibras son de paredes engrosadas.

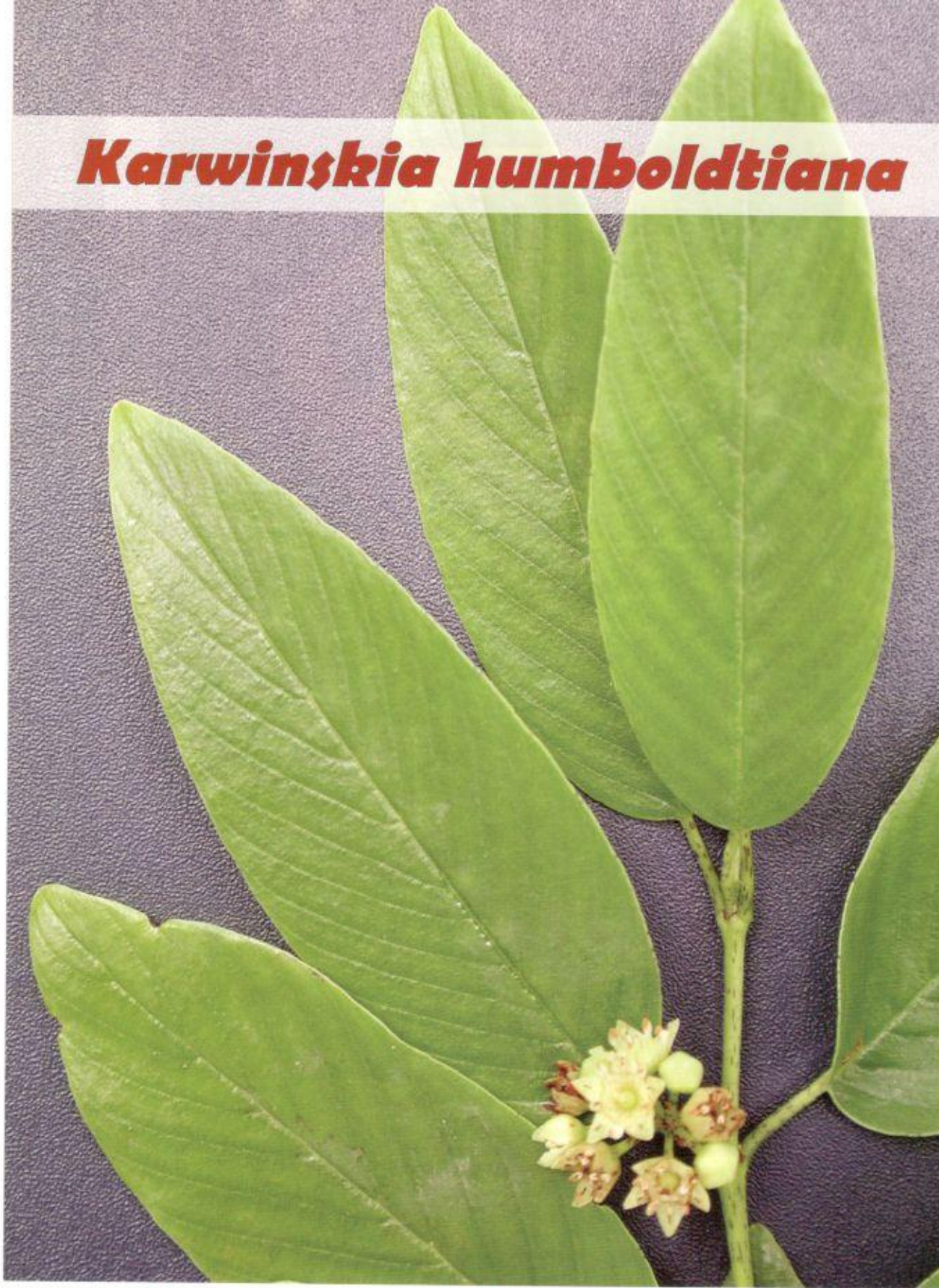
Los anillos de crecimiento son reconocidos por una ordenada hilera de vasos de mayor diámetro al inicio del anillo, rodeados de tejido parenquimático axial de tipo marginal (Figura D).

No hay antecedentes sobre estudios de formación de anillos en *Colubrina elliptica*. Sin embargo, Lisi *et al* (2008) cita que *Colubrina glandulosa* del bosque estacional semideciduo del SE de Brasil, tiene anillos que son distinguibles aunque con dificultad, debido a la presencia de fibras del leño tardío con gruesa pared y por parénquima marginal. Este árbol crece bajo clima mesotérmico con inviernos secos y veranos calientes y lluviosos, lo que explicaría porqué este árbol se comporta como semideciduo en invierno. Mediante el método de marcación cambial y fajas dendrométricas se determinó que *C. glandulosa* experimenta ciclos estacionales de crecimiento y que los anillos de crecimiento distinguibles por cambios en la anatomía de la madera, son anuales. Acevedo Mallque & Kikata (1994) indican que *Colubrina glandulosa* de Perú presenta anillos de crecimiento distinguibles. Considerándose estos antecedentes, los anillos de crecimiento de *Colubrina elliptica* deberían analizarse desde el punto de vista dendrocronológico.



Colubrina elliptica. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). D, detalle del límite de un anillo de crecimiento definido por poros de mayor tamaño y rodeados de parénquima axial (flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 804.

Karwinskia humboldtiana



Etimología

Nominada en honor al botánico alemán Wilhelm F. Karwinski von Karwin (1780-1855).

Nombre Maya

Lu'umche', pimientillo.

El árbol

Karwinskia humboldtiana (Willd.) Zucc. es un pequeño árbol o arbusto que alcanza 2 a 3 m de altura (excepcionalmente 6 m) y pocos cm de diámetro de tronco. La corteza es escamosa y relativamente gruesa, presenta un ritidoma que se desprende en pequeñas escamas. Las hojas son opuestas o subopuestas, simples, oblongo-elípticas, de margen entero, ápice agudo, con venas secundarias estrechamente espaciadas. Las flores son pequeñas, axilares y el fruto es una drupa, lisa, brillante y pequeña, de color rojo negruzco a la madurez.

Distribución y ecología

El lu'umche' es una planta que se distribuye desde Texas hasta México. En México se la encuentra en los estados de Sonora, Baja California a Tamaulipas, Veracruz, Oaxaca, Campeche y Yucatán. Habita en clima subhúmedo, cálido a semicálido, desde el nivel del mar hasta 200 m de altitud, en selva baja caducifolia, subcaducifolia, subperennifolia y perennifolia, matorral xerófilo y bosque espinoso.

Usos

El principal uso de la madera de *Karwinskia humboldtiana* es para construcción de mangos de herramientas y como leña. El fruto es comestible pero las semillas son ponzoñosas y causan parálisis o muerte si son consumidas (Standley, 1930). En medicina popular se emplea para curar heridas, aplicando directamente la savia de esta planta a la parte afectada o lavando con infusión resultante de tratar hoja y raíz (Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

Sinonimia: *Karwinskia affinis* Schldl., *K. glandulosa* Zucc., *K. parvifolia* Rose, *Rhamnus humboldtiana* Schult.



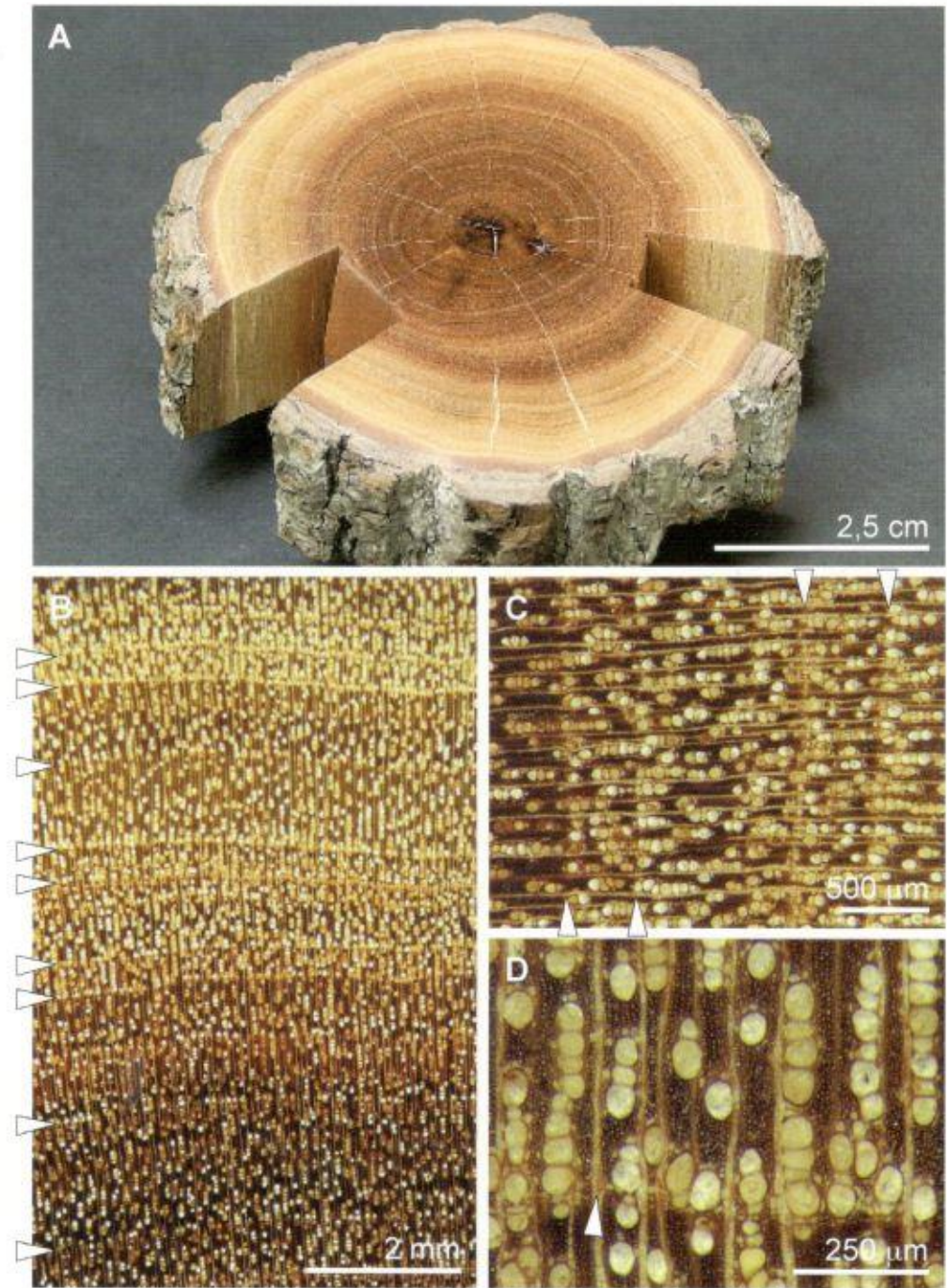
Madera y anillos de crecimiento

El duramen de esta especie es de color castaño rojizo claro, presentando una área de transición hacia la albura de un tono más claro, y contrastando notablemente con la albura de color crema o amarillento pálido (Figura A). Es madera pesada y dura, con una densidad de 0,90 g/cm³ (Abundiz Bonilla *et al*, 2004).

En el plano transversal se observa que la porosidad es difusa a semianular (Figura B) y los poros se presentan pequeños y numerosos, de sección circular a oval, mayoritariamente agrupados en cadenas de 2 a 6 poros y con algunos solitarios escasos (Figura D). El parénquima axial se presenta como paratraqueal escaso y también está presente como una tenue banda marginal (Figura D, flecha). Los radios son numerosos y finos y las fibras presentan paredes muy gruesas.

Los anillos de crecimiento se observan a simple vista aunque con cierta dificultad. Están delimitados por la presencia combinada de fibras con paredes más gruesas y aplanadas en dirección radial y por vasos de diámetro un poco mayor al resto y más agrupados hacia el inicio del leño temprano. A estos caracteres se agrega la presencia de parénquima marginal (Figura B, C y D, flechas).

En opinión de Schirarend (1991) las especies de *Karwinskia* (incluida *K. humboldtiana*) presentan anillos de crecimiento indistintos o levemente marcados por fibras con gruesas paredes en el leño tardío y parénquima marginal. No se han realizado hasta el momento estudios sobre la formación de los anillos de crecimiento de *K. humboldtiana* ni sobre su utilidad en estudios dendrocronológicos.



Karwinskia humboldtiana. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C, vistas de la porosidad difusa y límites de anillos de crecimiento (flechas). D, detalle del límite de un anillo de crecimiento (flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 811.

Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán.

Guettarda elliptica



Etimología

El nombre genérico es en honor al naturalista francés Jean-Étienne Guettard (1715-1786), miembro de la Academia de Ciencias de París.

Nombre Maya

Lu'umche', subin t'eel.

El árbol

Guettarda elliptica Sw. es un pequeño árbol de 8 a 10 m de altura y que desarrolla troncos de 10 a 20 cm de diámetro. Generalmente produce individuos multifustales, con varios tallos desde el nivel del suelo. La corteza es lisa, con tinte rojo violáceo oscuro y con manchas verdosas o rojizas que se manifiestan cuando la corteza se desprende localmente en placas. Las hojas son opuestas, cortamente pecioladas y de forma oval o elípticas de 3 a 7 cm de longitud. Las inflorescencias se ordenan en cimas con flores blanco amarillentas. El fruto es una drupa que torna al rojo o negro a la madurez y contiene 2 a 4 semillas. Los frutos son levemente dulces y astringentes.

Distribución y ecología

El lu'umche' se distribuye en México en la Península de Yucatán, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Tabasco y Veracruz. También se encuentra en Centroamérica, norte de Sudamérica y las Antillas. Es un arbusto o árbol que crece en matorral de duna costera, selva baja caducifolia, selva baja inundable, selva mediana subcaducifolia y selva mediana subperennifolia.

Usos

El tallo del lu'umche' es usado para leña. Se ha determinado que la pulpa es de regular calidad para fabricación de papel (Tamarit, 1996). Es planta melífera y el fruto es indicado como forraje para pájaros.

Madera y anillos de crecimiento

En la madera de *Guettarda elliptica* no se observan diferencias de coloración entre la albura y el duramen, siendo ambas de coloración castaño al rosado (Figura A). No presenta olor ni sabor que la caractericen y es dura y pesada, con densidad de 1,0 g/cm³.

Sinonimia: *Guettarda colubrinoidea* Standl., *G. dichotoma* Martens & Galeotti, *G. insularis* Brand.

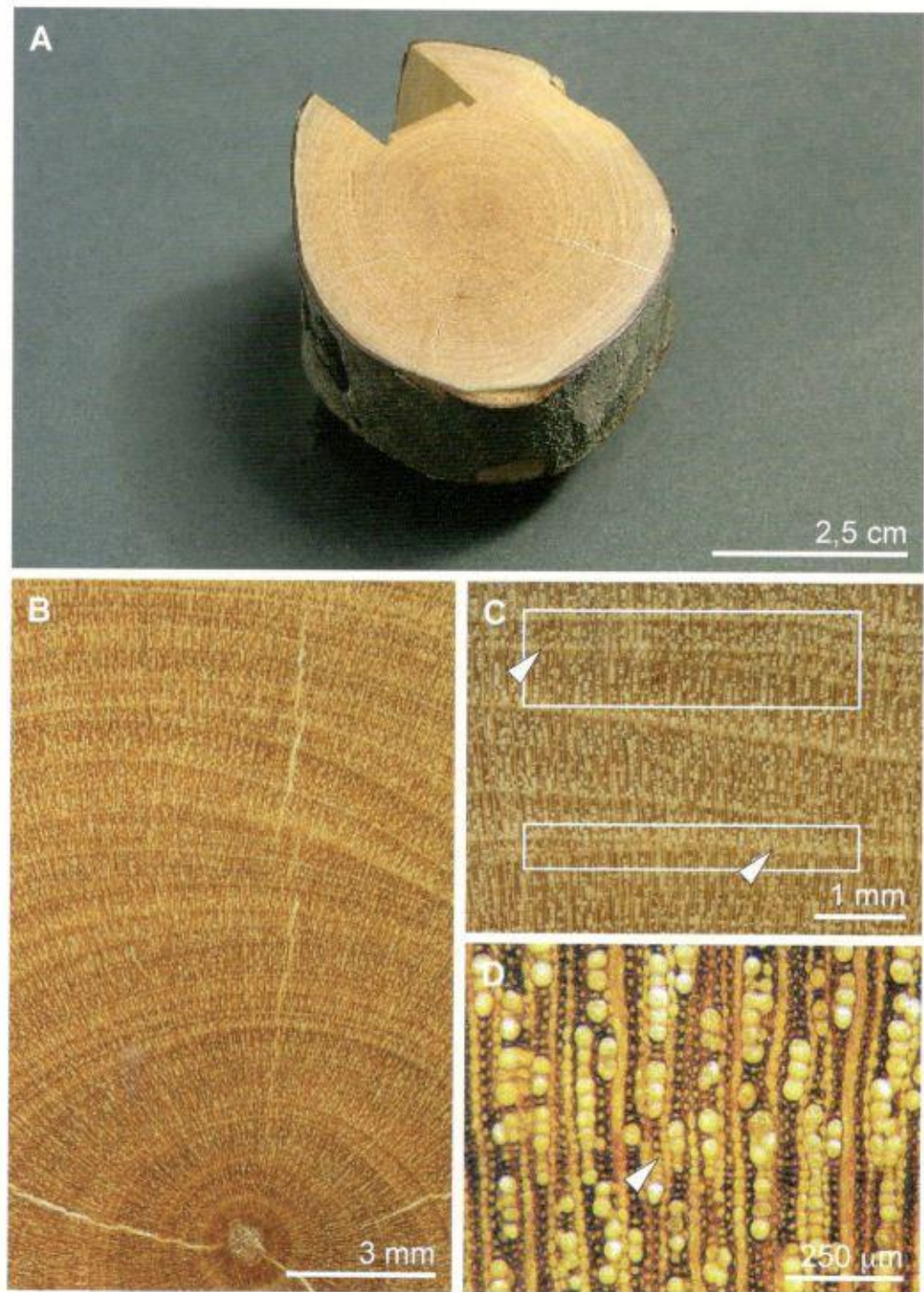
Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



En el plano transversal se observa la porosidad semianular a difusa (Figura B y C), con poros abundantes, pequeños y de sección circular a oval, principalmente agrupados en cadenas radiales de 2 hasta 12 poros y escasos solitarios (Figura C y D). El parénquima axial es apotraqueal escaso. Los radios son numerosos y finos, difícilmente observables a simple vista. Las fibras son de paredes gruesas.

Los anillos de crecimiento son inconspicuos y de recorrido irregular en el contorno circular. El límite de los anillos puede establecerse por una zona de leño tardío donde la pared de las fibras es más gruesa y aplanada en dirección radial y por una ordenada línea de vasos de mayor diámetro ubicados en el inicio del leño temprano (Figura D, flecha). Se observan anillos discontinuos (Figura C, flechas en recuadros), lo que dificulta la correcta identificación de anillos y determinación de la edad del árbol.

Rebollar *et al* (1996-1997) analizaron muestras de la madera de *Guettarda combsii* procedentes de Quintana Roo, México, indicando que los anillos de crecimiento son poco demarcados. No existen antecedentes sobre el estudio de la formación estacional de los anillos de crecimiento en *G. elliptica*. La presencia de anillos inconspicuos y de recorrido irregular en el contorno circular hace que el potencial dendrocronológico de esta especie sea relativo.



Guettarda elliptica. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, vista de la porosidad difusa. B, anillos localmente ausentes (recuadros). C, detalle del tipo de poros y límite del anillo de crecimiento (flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 812.

Randia obcordata



Etimología

El nombre del género es en honor al botánico inglés Isaac Rand (1674-1743), quien fuera miembro de la Royal Society de Londres y director del Jardín Botánico en Chelsea.

Nombre Maya

Cruz k'iix, pay oochil, peech kitam (Durán *et al*, 2000). También conocida como altamisa.

El árbol

Randia obcordata S. Watson es un arbusto que alcanza entre cuatro a cinco metros de altura, con fuertes espinas en los tallos de ~1 cm de largo. Presenta ramas de disposición dicotómica y ascendentes. La corteza del tronco es escamosa, formada por pequeñas placas de forma irregular y de color castaño a pardo amarillento-gris claro. Las hojas se encuentran generalmente agrupadas en cortos brotes axilares. Son opuestas, simples, obovadas y de margen entero, ápice obtuso a emarginado y base atenuada. Las flores son sésiles y solitarias. El fruto es globoso, alcanzando entre 10 a 15 mm de diámetro, glabro, liso, de color verde pálido a blanquecino.

Distribución y ecología

El cruz k'iix se distribuye en México en la Península de Yucatán, sur de Baja California, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz. También se la encuentra en Centroamérica hasta Nicaragua. Es arbusto que crece en selva baja caducifolia, selva caducifolia con cactáceas columnares, selva baja inundable, selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia y también como integrante de áreas con vegetación secundaria. Esta planta crece bajo clima cálido subhúmedo (Flora Digital Península de Yucatán, 2010).

Usos

Se cita que sus frutos tienen aplicaciones en tinción (Arellano Rodríguez *et al*, 2003).

Madera y anillos de crecimiento.

La madera del cruz k'iix no presenta diferencias de color entre albura duramen, siendo ambas zonas de coloración castaño claro con tintes amarillentos, aunque en ocasiones se presenta una albura de color mas claro o blanquecino (Figura A). Se observan algunos sectores más oscuros que co-



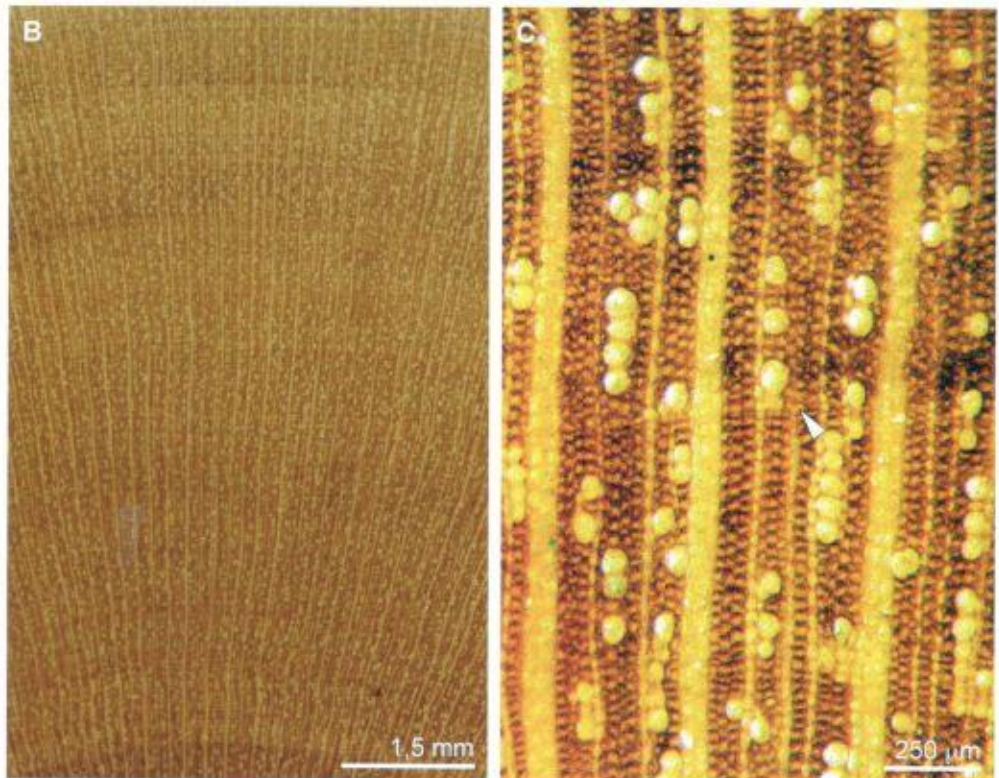
Sinonimia: *Randia gaumeri* Greenm. & Thomps., *R. rhagocarpa* Standl., *R. texensis* Lundell.

responden a zonas con madera de tensión, sin olor ni sabor que la distinguan. Es madera medianamente lustrosa y de textura fina lo que auxilia para que tome muy buen acabado. Es algo dura y pesada, con densidad de 0,89 g/cm³.

En el plano transversal se observa que la madera de *Randia obcordata* tiene una porosidad difusa (Figura B), con poros de sección redondeada o circulares, que son muy numerosos y pequeños, por lo que no son visibles a simple vista. Estos poros se presentan solitarios o en cadenas radiales de 2 a 4 poros. El parénquima axial es relativamente abundante, apotraqueal difuso y agregado en cortas líneas tangenciales (Figura C). Este parénquima apotraqueal es distintivo de la familia Rubiaceae (Metcalf & Chalk, 1985). Las fibras tienen pared celular gruesa a medianamente gruesa (Figura C). Los radios medulares son numerosos, uniseriados y multiseriados (Figura C). No son visibles a simple vista.

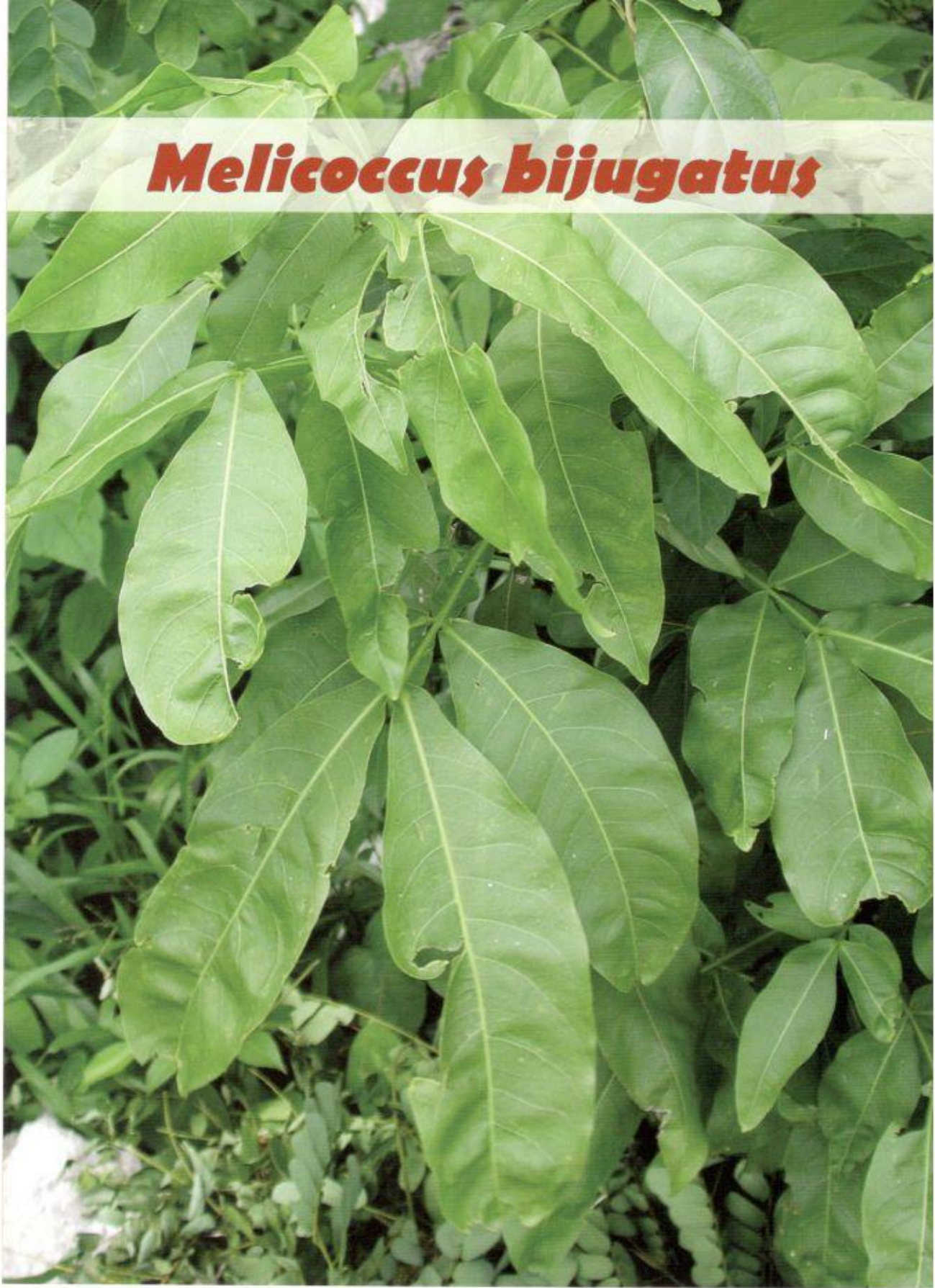
Los anillos de crecimiento son difíciles de observar a simple vista y solo se insinúan por un sector de leño tardío con fibras de paredes aplanadas radialmente (Figura C, flecha).

No existen antecedentes que describan la formación estacional de los anillos de crecimiento en *Randia obcordata* ni de la aplicación de estos en estudios dendrocronológicos.



Randia obcordata. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, vista de la porosidad. C, distribución de parénquima axial apotraqueal y límite de anillo de crecimiento (flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 814.

Melicoccus bijugatus



Etimología

Melicoccus del latín mel = miel y coccus = baya, en referencia al sabor del fruto; *bijugatus*, del latín bi = dos y jugatus = pares, en referencia a los dos pares de folíolos (aunque puede presentarse sólo un par).

Nombre Maya

Huaya cubana (Durán *et al.*, 2000).

El árbol

Melicoccus bijugatus Jacq. es un árbol que alcanza 25 m de altura, de copa y tronco de hasta 60 cm de diámetro, con corteza lisa y de color gris. Tiene hojas alternas, compuestas, pinadas de hasta 26 cm de largo y que suelen presentar el peciolo y la extensión del raquis alado. Los folíolos son casi sésiles, elípticos, de margen entero, ápice agudo y base obtusa. Las flores, blancas y fragantes, se ubican en inflorescencias en racimos terminales. El fruto es una drupa globosa de 2 a 3 cm de diámetro, color verde al amarillo claro y café al secar, con mesocarpo amarillento, traslúcido y jugoso, conteniendo una a dos semillas globosas por fruto.

Distribución y ecología

El área de distribución natural de la huaya cubana se encuentra aparentemente en Colombia, Venezuela y las Guyanas aunque se ha naturalizado extensivamente por medio del cultivo a través de las Indias Occidentales, México, América Central, gran parte de la América del Sur tropical e Islas Galápagos (Francis, 1992). Crece en suelos con arcillas, margas, arenas y piedra caliza porosa, siempre que los suelos tengan un buen drenaje.

Uso

M. bijugatus produce troncos de tamaño adecuado para aserrado. Esta madera es utilizada en construcción y carpintería en general, pero de preferencia en interiores debido a su baja resistencia a agentes descomponedores externos. Puede ser empleada en fabricación de muebles, molduras y en ebanistería. También tiene destino para carbón y leña. Es planta muy considerada por sus frutos agrídulces, los cuales se consumen en fresco o conservados y para preparar bebidas refrescantes. La semilla tostada o cocinada es también consumida. En medicina tradicional se indica que el té fabricado a partir de la infusión de sus hojas tiene efectos antitérmicos (Liogier, 1978). Es planta usada también como ornamental urbana, creciendo razonablemente bien en suelos de relleno parcialmente compactados y suelos pobres.



Sinonimia: *Melicoccus bijuga* L., *M. carpopodea* Juss., *Paullinia sphaerocarpa* Ric.

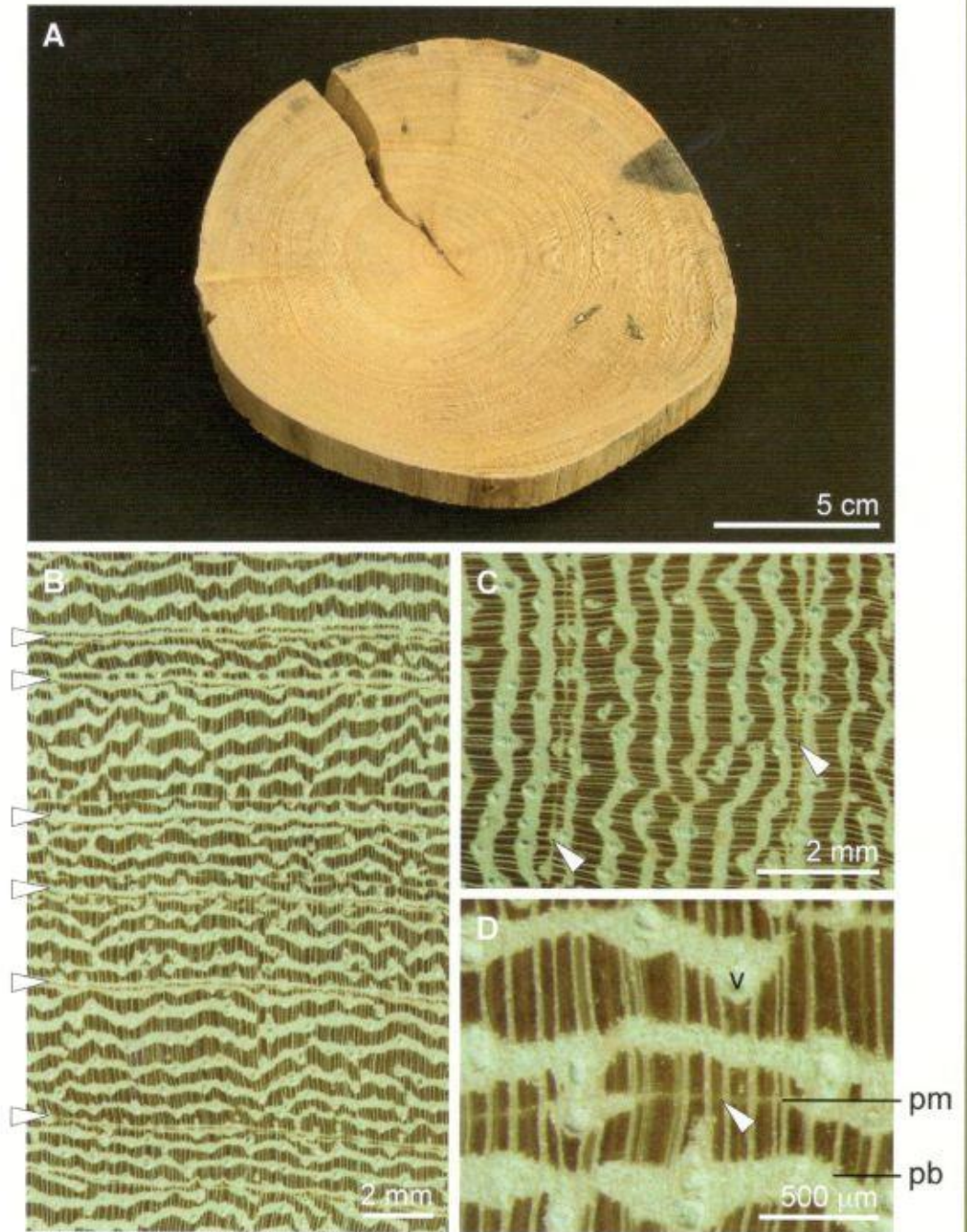
Madera y anillos de crecimiento

La madera de la huaya cubana es de color castaño claro con tonalidades doradas, homogénea, sin diferencia entre duramen y albura (Figura A). No presenta olor ni sabor distintivos y alcanza un buen lustre al ser pulida. Es de textura mediana y medianamente dura y pesada, con densidad entre 0,60 a 0,80 g/cm³ (Francis, 1992).

En el plano transversal se observa que la porosidad es de tipo difusa y los poros principalmente solitarios y escasos agrupados en cadenas radiales de 2 a 4 vasos. El perímetro de los poros es ovalado o redondeado (Figura D). El parénquima axial es abundante y muy evidente a simple vista, de tipo paratraqueal vasicéntrico y confluyente, constituyendo bandas tangenciales concéntricas y gruesas formadas por varias hileras de células (Figuras B, C y D). También se distingue un parénquima marginal conformado por una línea de pocas células de espesor (Figuras D). Los radios medulares son finos y numerosos y las fibras presentan paredes gruesas.

Los anillos de crecimiento de la huaya cubana se distinguen a simple vista con cierta facilidad. Mediante una lupa se puede observar que los anillos están delimitados por una fina línea de parénquima marginal, la cual se muestra continua en el perímetro circular (Figura B, C, flechas). Tanto el límite de los anillos de la madera juvenil como de la madura, se ven con la misma nitidez.

A diferencia de nuestras observaciones, León (2010) observó en muestras de madera de *Melicoccus bijugatus* provenientes de los bosques secos tropicales de Venezuela, que estas no presentan anillos de crecimiento distinguibles. No hay antecedentes sobre estudios de la formación estacional de los anillos de crecimiento en esta madera.



Melicoccus bijugatus. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la porosidad difusa y anillos de crecimiento (flechas). D, detalle del parénquima axial paratraqueal vasicéntrico y marginal (flecha). Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 757.

Melicoccus oliviformis



Etimología

Melicoccus del latín mel = miel y *coccus* = baya, en referencia al sabor del fruto; el epíteto *oliviformis* deriva de oliva = oliva o aceituna en referencia a la similitud del fruto con el de la oliva (*Olea europaea*).

Nombre Maya

Huaya (Arellano Rodríguez *et al*, 1992), wayam, uayum, guayo.

El árbol

Melicoccus oliviformis Kunth es árbol que llega a medir entre 15 a 20 metros de altura, con copa piramidal y ramas ascendentes. El tronco es recto, con corteza de apariencia lisa a ligeramente áspera, ya que presenta algunas escamas delgadas o de forma irregular que al desprenderse dejan ligeras depresiones cóncavas de color gris plomo a pardo oscuro. Las hojas son alternas, pubescentes, dispuestas en espiral, generalmente paripinadas, de 5 a 15 cm de largo, incluyendo el peciolo, integradas por 1 a 2 pares de folíolos elípticos, lanceolados, con margen entero, ápice agudo o redondeado y base aguda. Son de color rojizo cuando nuevas y verde oscuro y brillante a la madurez. Las hojas tienen olor a pescado cuando se estrujan. Sus flores son dioicas, pequeñas, con 4 o 5 sépalos verde amarillentos y pétalos con tonalidad del crema al verde, de 4 o 5 mm de largo y alternos a los sépalos, perfumadas. Se disponen en panículas axiales. El fruto es una baya globosa, terminada en punta aguda, color verde amarillento y finamente pubescente, conteniendo una semilla de 1 cm de largo, ovoide, comestible.

**Distribución y ecología.**

La huaya es una especie restringida a la vertiente del Golfo en Campeche, Yucatán, Quintana Roo y la depresión central de Chiapas. Es planta cultivada o silvestre en selva baja caducifolia, selva baja subcaducifolia y selva mediana subperennifolia, en zonas con suelos morenos someros con afloramiento de roca caliza, de rápido drenaje. Es planta caducifolia y florece entre finales de febrero a principios de mayo.

**Usos**

La madera de huaya se destina a uso local, en construcciones rurales y fabricación de mangos de herramientas. Se recomienda para la fabricación de muebles, cachas y culatas de armas de fuego, palillos de dientes y terminación de interiores. Es de mala calidad para destino de pulpa para papel (Tamarit, 1996). También es empleada como leña. Los frutos son comestibles en fresco y como jugos o dulces. Las semillas son consumidas tostadas. Es árbol usado para sombra y citado como importante fuente de néctar y polen para abejas (Souza Novello, 1981).

Sinonimia: *Melicoccus oliviformis* Kunth

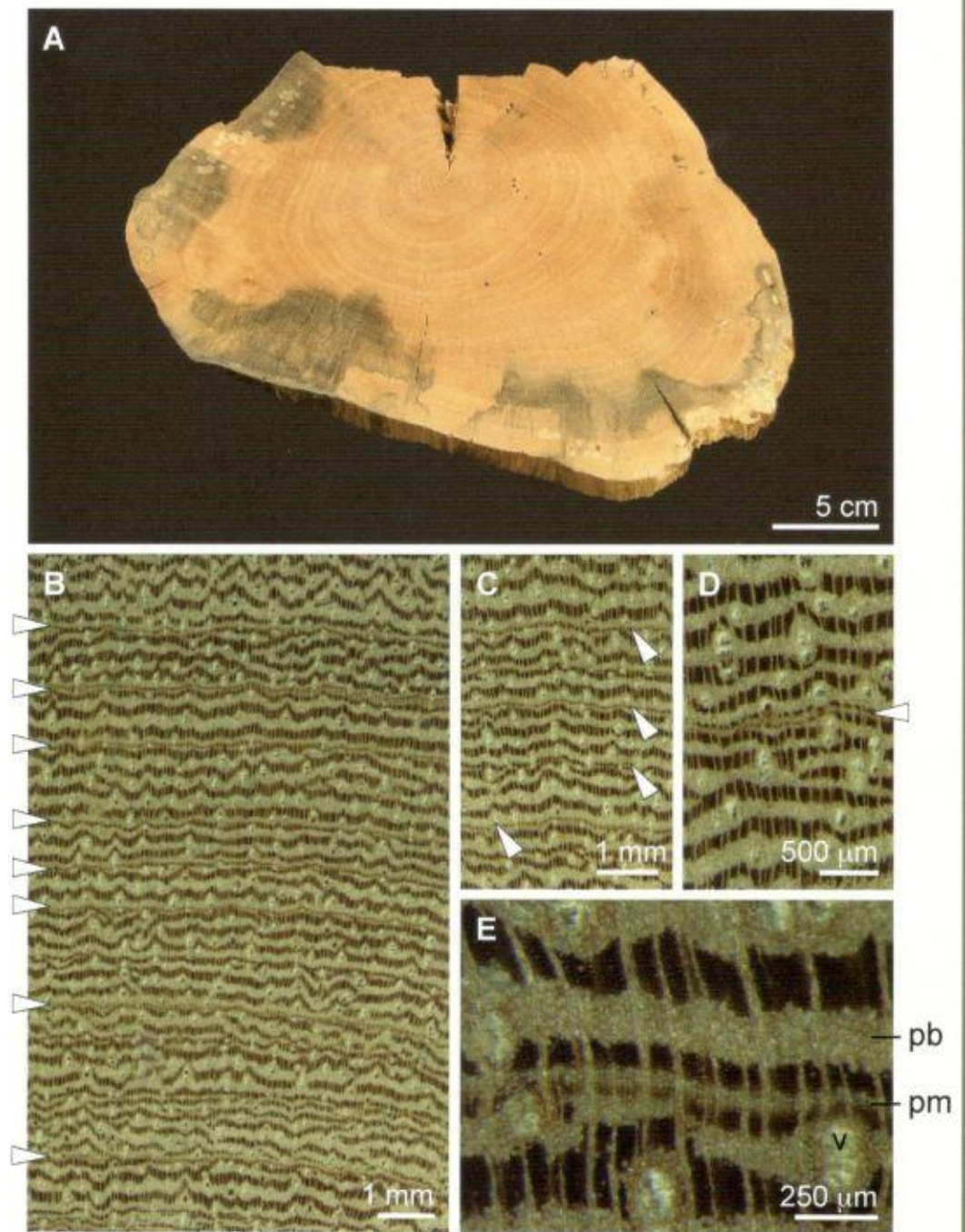
Madera y anillos de crecimiento

El duramen de esta madera es de color castaño con matices rosados y presenta poca diferencia con la albura, de color ligeramente más claro (Figura A). La madera alcanza un lustre intermedio al pulido y no presenta olor ni sabor distinguibles. Es de textura mediana y es medianamente dura y pesada, con densidad de 1,06 g/cm³.

En el plano transversal se aprecia que la porosidad es de tipo difusa (Figura B), con poros escasos, de sección oval, solitarios o agrupados en cadenas radiales de 2 a 4 vasos (Figura B, C y D). El parénquima axial se presenta abundante, paratraqueal vasicéntrico y confluyente formando bandas más o menos continuas, gruesas y de aspecto festonado (Figura C, D). También se presenta parénquima marginal (Figura E). Los radios medulares son numerosos y finos y las fibras tienen paredes muy gruesas.

Los anillos de crecimiento son distinguibles a simple vista, aunque con alguna dificultad (Figura B). Bajo aumento, se observa que estos anillos se encuentran delimitados por la presencia de parénquima marginal (Figura E). Estos anillos tienen una relativa buena uniformidad circular, aunque en ocasiones se producen estrechamientos, llegando a desaparecer localmente y dando lugar a la formación de anillos discontinuos o en cuña.

Las mismas consideraciones hechas para *Melicoccus bijugatus* en relación a estudios sobre formación estacional y propiedades de los anillos de crecimiento, pueden extenderse a *M. oliviformis*.



Melicoccus oliviformis. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la porosidad y anillos de crecimiento (flechas). D, detalle del parénquima axial bandeado y parénquima marginal (flecha). E, detalle del parénquima marginal y bandeado. Madera de Hocabá, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 748.

Thouinia paucidentata



Etimología

Thouinia, en honor de André Thouin (1746-1824), botánico francés; el epíteto *paucidentata* proviene del latín pauci = poco y dentata = dentada, refiriéndose al reducido número de dientes del borde de la hoja.

Nombre Maya

Canchunup, ka'anchunukub, k'aan chunukub, k'aan chunuub, k'aan chunup, xk'aan chunu'ub (Standley & Steyermark, 1949; Sosa *et al.*, 1985).

El árbol

Thouinia paucidentata Radlk. es un árbol que desarrolla copa de hasta 5 a 10 m de altura y diámetro de tronco entre 20 a 30 cm. La corteza es de tonalidad grisácea y se desprende en pequeñas placas. Las hojas son alternas, trifoliadas, con folíolos elípticos, glabros, de base atenuada y ápice agudo. El margen de la hoja es irregularmente dentado. Las flores son blancas y se disponen en inflorescencias en racimos que emergen de la axila foliar. El fruto es una sámara con parte seminífera basal y gran ala distal y oval.

Distribución y ecología

El canchunup se distribuye en México en los estados de Yucatán y Quintana Roo (Standley & Steyermark, 1949; Sosa *et al.*, 1985). Es considerado un árbol endémico por Carnevali *et al.* (2010). También en Jalisco, Nayarit, Veracruz, Belice y Guatemala. Es árbol que habita en la selva mediana subperennifolia bajo clima cálido húmedo a subhúmedo.

Usos

Este árbol es citado como una importante fuente de néctar y polen para abejas (Souza Novello, 1981; Alfaro Bates *et al.*, 2010). Es además planta medicinal, principalmente por propiedades de la hoja.

Madera y anillos de crecimiento

La madera del canchunup presenta un duramen de color castaño rojizo oscuro, el cual contrasta notablemente con la albura que es de color castaño rosáceo claro (Figura A). No tiene olor ni sabor característicos y su lustre es mediano. Posee textura fina y es madera dura y pesada, con una densidad de 0,98 g/cm³ (Barajas Morales & Gómez, 1989).

Sinonimia: nombre aceptado, sin sinónimos.

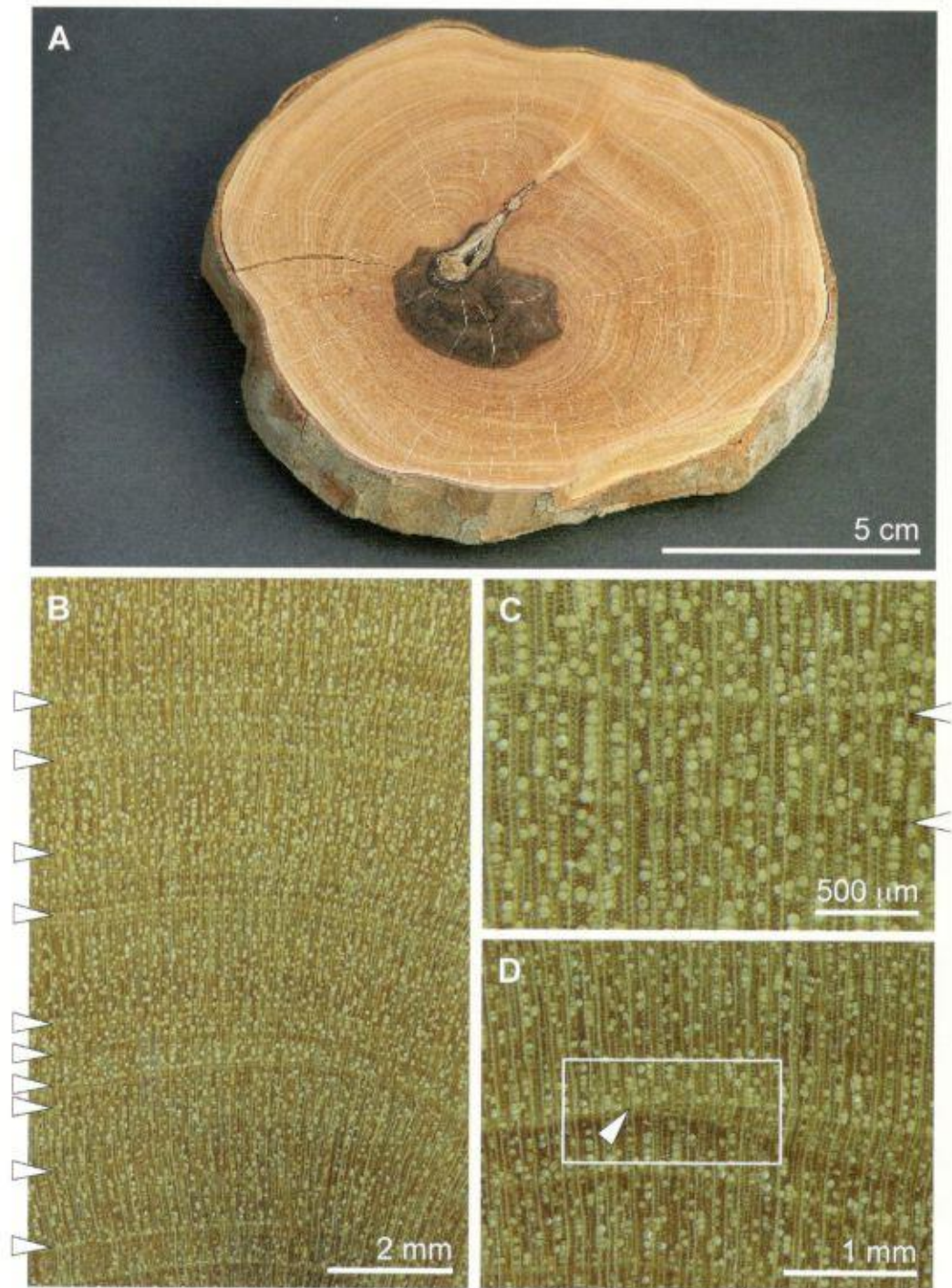
Anatomía de maderas en comunidades rurales de Yucatán



En el plano transversal se observa que la porosidad es de tipo semianular, con poros muy numerosos y pequeños, con escasos poros solitarios y la gran mayoría agrupados en cadenas radiales de 2 a 4 poros (Figuras B y C). El parénquima es apotraqueal difuso escaso y paratraqueal muy escaso. Los radios medulares son homogéneos, finos y muy numerosos. El resto del tejido se compone de fibras con paredes gruesas.

Las zonas de crecimiento están delimitadas por un mayor agrupamiento de los poros y por fibras de paredes mas gruesas y aplanadas en dirección radial en la zona del leño tardío (Figura C, flechas). Se observan anillos discontinuos, conformando cuñas (Figura D, flecha). Durante la etapa juvenil, los anillos presentan uniformidad circular. Sin embargo, los anillos en la madera adulta comienzan a ser marcadamente irregulares en su perímetro circular, originándose una gran cantidad de anillos discontinuos en esta zona.

No existen, hasta el momento, antecedentes de estudios sobre la formación estacional de los anillos de crecimiento en *Thouinia paucidentata* ni de sus aplicaciones en estudios dendrocronológicos. Según Rebollar *et al* (1996-1997), quienes analizaron muestras de la madera de *Thouinia paucidentata* procedentes de Quintana Roo, México, los anillos de crecimiento de esta especie están demarcados por fibras, en nuestra opinión probablemente por fibras con mayor grosor de sus paredes en zona de leño tardío, lo que coincide con nuestra descripción.



Thouinia paucidentata. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vista de la porosidad de tipo difuso y los anillos de crecimiento (flechas). D, detalle de un anillo en cuña (recuadro y flecha). Madera de Chicxulub, Yucatán (04/2003). Madera analizada con números de colección X-FR 795, 796.

Sapindus saponaria



Etimología

El nombre genérico deriva del latín *sapo-indicus* que significa jabón de la India y *saponaria* se refiere a jabonoso, ambos términos aludiendo a las saponinas que abundan en los frutos de *Sapindus saponaria*.

Nombre Maya

Sibul, siijum, jaboncillo.

El árbol

Sapindus saponaria L. es árbol de 5 a 15 m de altura y troncos entre 30 a 40 cm de diámetro, con corteza lisa y coloración castaño-grisácea. La copa es densa, con hojas alternas, imparipinnadas, con folíolos de hasta 15 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho, de forma oblonga o lanceolada, con ápice acuminado, borde entero y base aguda a obtusa. El raquis es ligeramente alado. Las flores son blancas y pequeñas. El fruto es una drupa globosa pequeña (~1 cm de diámetro), amarillenta a la madurez y conteniendo semillas negras.

Distribución y ecología

El sibul es un árbol originario probablemente de Centroamérica. En México se encuentra distribuida ampliamente. También se encuentra en el sur de Estados Unidos de Norteamérica e introducida en los trópicos del Viejo Mundo. Es planta heliófila, peremne o semidecdua que habita en clima subhúmedo cálido y semicálido, desde el nivel del mar hasta los 1.600 m de altitud. Crece a orillas de caminos o en sitios con vegetación escasa. Está asociada a selva baja caducifolia, mediana subcaducifolia, subperennifolia y a pastizal, matorral xerófilo y matorral de duna costera.

Usos

La madera del sibul se emplea en la fabricación de mangos para herramientas, durmientes, postes, etc. Este árbol puede ser usado para reforestaciones y como ornamental en ciudades. Del epicarpio del fruto se fabrica jabón con propiedades antisépticas. Se menciona también que los frutos se utilizan para tratar enfermedades reumáticas o como febrífugos (Medicina Tradicional Mexicana, 2009). Es planta nectarífera y las semillas son empleadas en artesanías.

Sinonimia: *Cupania saponarioides* Sw., *Sapindus abruptus* Lour., *S. divaricatus* Cambess., *Sapindis forsythii* DC., *S. inaequalis* DC., *S. indica* Poir., *S. mukorossi* Gaertn., *S. peruvianus* Walp., *S. rigidus* Mill., *S. stenopterus* DC., *S. thurstonii* Rock, *S. turczaninowii* Vidal.

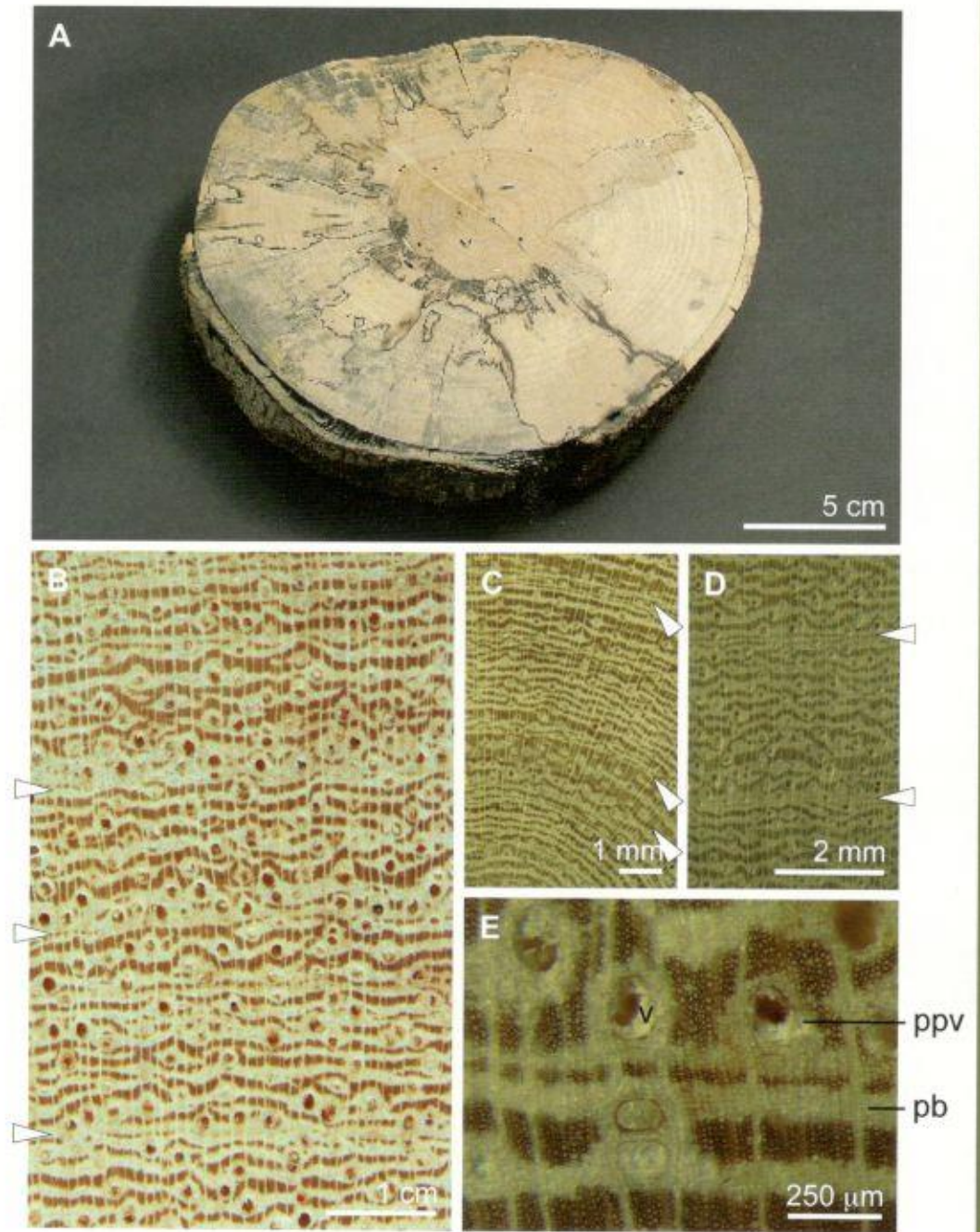
Madera y anillos de crecimiento

La madera es de color amarillo pálido con algunas delicadas líneas castañas y casi no hay diferencias de color entre albura y duramen (Figura A). No presenta olor ni sabor distintivos, y es poco lustrosa y de textura mediana. Es madera moderadamente dura y pesada, compacta, con una densidad de 0,80 g/cm³ (de Paula & Hamburgo Alves, 2007; Barajas Morales *et al*, 1997). Es de poca durabilidad cuando es sometida a la intemperie.

La porosidad es difusa con tendencia a semianular en algunas áreas (Figura B). Los poros son principalmente solitarios, escasos, de tamaño mediano y contorno oval. También suelen ordenarse en grupos de dos vasos. El parénquima axial es abundante, paratraqueal vasicéntrico, aliforme y confluyente, formando bandas tangenciales largas y gruesas hasta de diez células de grosor (Figura E). También está presente el parénquima marginal, conformando bandas más finas y continuas en el perímetro circular. Los radios medulares son relativamente finos y numerosos. Las fibras presentan paredes gruesas.

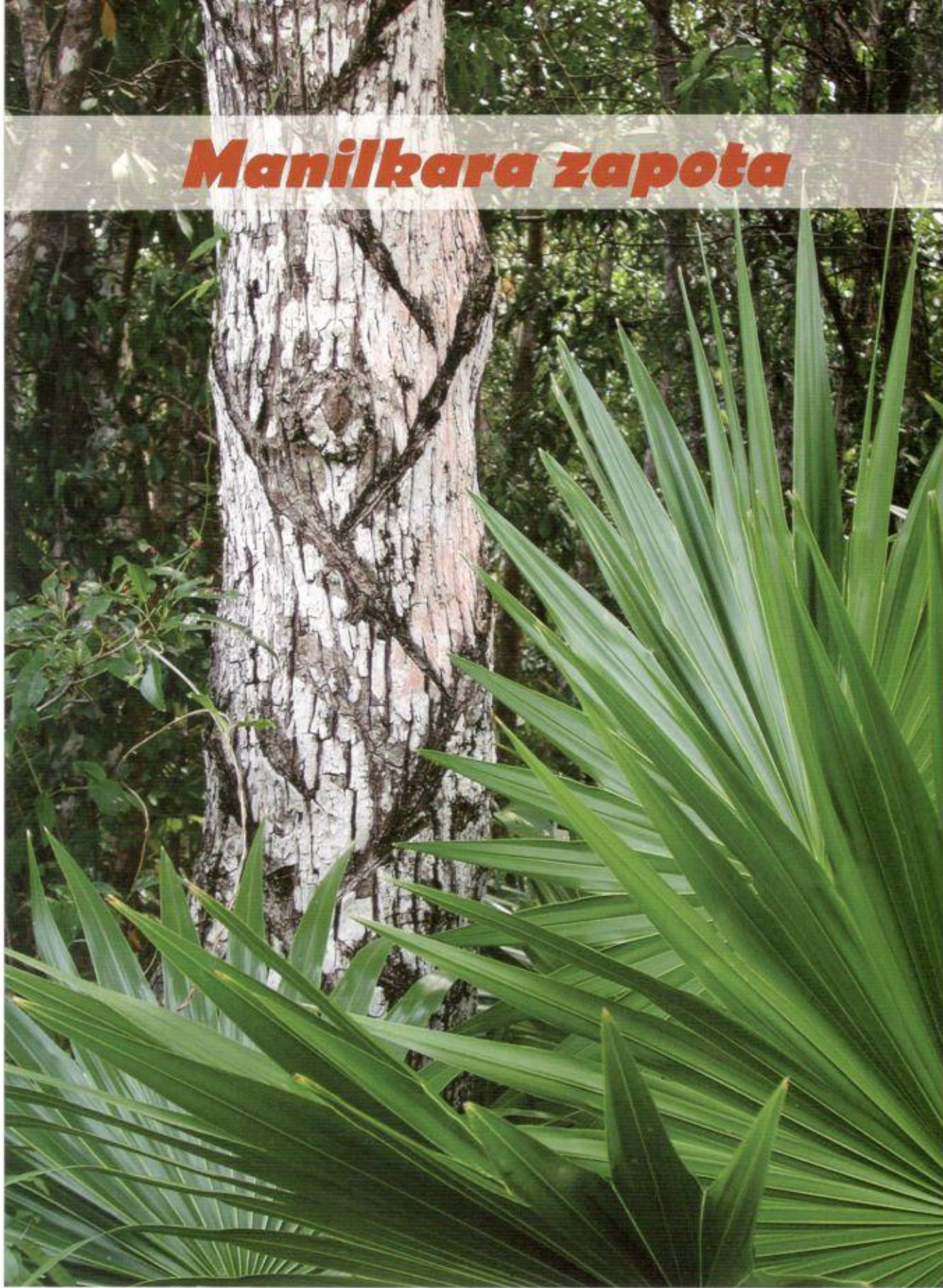
Los anillos de crecimiento se encuentran delimitados por parénquima axial marginal y también por la presencia de algunos vasos de mayor diámetro dispuestos en la primera parte del leño temprano (Figuras C y D, flechas).

León (2010) analizó muestras de madera de *Sapindus saponaria* provenientes de los bosques secos tropicales de Venezuela y no identificó anillos de crecimiento en esta especie. Por otro lado, faltan estudios sobre la formación estacional de los anillos de crecimiento en esta especie.



Sapindus saponaria. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B, C y D, vistas de la porosidad difusa y los anillos de crecimiento (flechas). E, detalle del parénquima axial paratraqueal vasocéntrico y bandeado. Madera de Sahcaba, Yucatán (04/2003). Muestra analizada con número de colección X-FR 785.

Manilkara zapota



Etimología

El nombre asignado al género proviene de la palabra indígena malaya manyl-kara y la asignación específica es el nombre español que se da a la fruta.

Nombre Maya

Ya' (Arellano Rodríguez *et al.*, 1992). También conocida como zapote, (árbol del) chicle, chicosapote.

El árbol

Manilkara zapota (L.) P. Royen es un árbol siempreverde que puede alcanzar 30 m de altura y diámetro de tronco de casi 1 m. Posee una corteza color café, hendida y en surcos. Los tallos y hojas tienen látex. Las hojas son alternas, simples, enteras, agrupadas hacia el final de las ramificaciones o ramas secundarias, oblongas a elípticas, de margen entero y ápice obtuso. Son lustrosas verde oscuro en la cara superior. Las flores son axilares, blanquecinas, con pilosidad de tinte café. El fruto es globoso, de piel áspera y con abundante cantidad de lenticelas. La pulpa es carnosa, dulce y comestible, conteniendo semillas negras y brillantes.

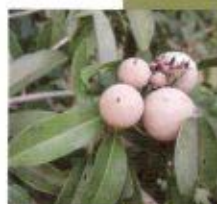
Distribución y ecología

El zapote es árbol nativo de las Antillas, México y algunas porciones del norte de América del Sur. Habita en clima cálido y semicálido hasta 900 m de altitud. Es planta asociada a selva tropical caducifolia, subcaducifolia y subperennifolia, además de matorral xerófilo. Por su importancia comercial, es ampliamente cultivada en muchas regiones tropicales del mundo, especialmente en huertos familiares.

Usos

El zapote es un árbol de muchos usos. La madera es dura, pesada, durable y resistente a la pudrición y posee amplia variedad de aplicaciones, incluyendo durmientes para ferrocarril, postes, construcción en general, fabricación de muebles (adquiere una fina terminación luego de pulida) y construcción de cabañas. Es una de las pocas maderas que se conoce fueron empleadas en la construcción de templos Mayas. Debido a su dureza, la madera presenta cierta dificultad para ser trabajada. Los frutos son comestibles y el látex que se obtiene por incisiones en la corteza produce chicle, la base natural de la goma de mascar. En muchas partes de Yucatán todavía se observan árboles nativos en pie con cicatrices en zig-zag hechas por los chicleros durante la cosecha de látex. Standley (1930) cita que las semillas molidas se usan para tratar mordeduras y picaduras de animales ponzoñosos. También para tratar

Sinonimia: *Achradelpha mammosa* (L.) Cook, *Achras breviloba* (Gilly) Lundell, *A. calderonii* (Gilly) Lundell, *A. conzattii* (Gilly) Lundell, *A. zapota* L., *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg y 74 combinaciones más (ver www.tropicos.org).



problemas digestivos bebiendo el té resultante de la cocción de la corteza (Medicina Tradicional Mexicana, 2009). El zapote es una fuente importante de polen y/o néctar para las abejas (Souza Novello, 1981).

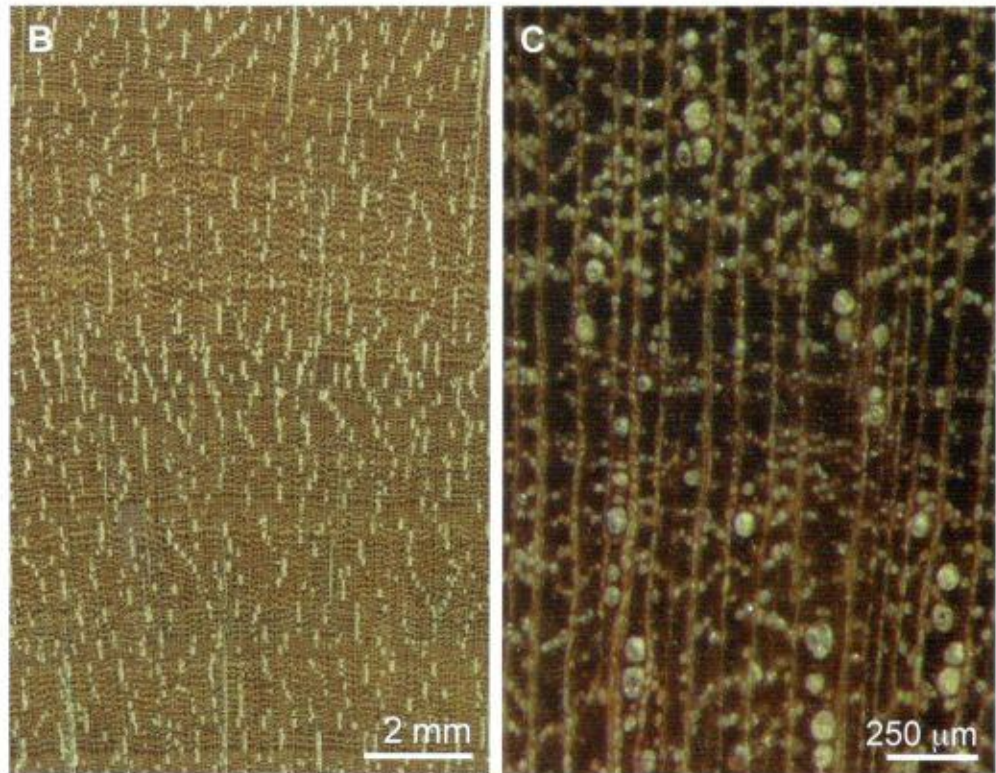
Madera y anillos de crecimiento

La madera del zapote presenta un duramen de color castaño rojizo o hasta castaño rojizo oscuro y albura de color más claro, castaño rojizo claro o rosáceo (Figura A). Es madera muy dura y pesada, con densidad de 0,85 g/cm³. Además, es madera muy resistente a la pudrición, por lo que era usada en construcción desde los orígenes de la civilización Maya.

En el corte transversal casi no se aprecia la estructura a simple vista, pero mediante una lupa se puede observar que la porosidad es de tipo difusa (Figura B). Además, con dificultad se nota que los poros son circulares a ovales y pequeños, dispuestos generalmente en cadenas radiales o diagonales (Figura C), aunque también se presentan escasos poros solitarios. El parénquima axial es medianamente abundante, paratraqueal escaso, apotraqueal difuso en agregados o formando finas bandas tangenciales irregulares (Figura C). Los radios medulares son finos y numerosos por unidad de superficie. Las fibras tienen pared gruesa.

Los anillos de crecimiento son de difícil distinción a indistintos. A simple vista suelen apreciarse oscuras y finas líneas de regular uniformidad circular (Figura B). Estas zonas se ven más oscuras por la ausencia local de parénquima axial, lo cual genera el contraste necesario como para visualizar estos límites con cierta facilidad.

Estudiando muestras de *Manilkara* sp en la Gran Sabana de Venezuela, Worbes (2002) encuentra que los anillos de crecimiento son de difícil distinción, restringiendo su uso en estudios dendrocronológicos. No existen antecedentes sobre el estudio de la formación estacional de los anillos de crecimiento en *Manilkara zapota*.



Manilkara zapota. A, vista de la sección transversal de un tronco principal. B y C, vistas de la distribución de los poros y ausencia en la delimitación anatómica de los anillos de crecimiento. Madera de Hocabá y Sahcaba, Yucatán (04/2003). Muestras analizadas con número de colección X-FR 744, 781.

- Abundiz Bonilla, L. A. M., J. Barajas Morales & P. T. Lezama. 2004. Anatomía de maderas de México: árboles y arbustos del matorral xerófilo de Tehuacán, Puebla. Ediciones Especiales Instituto de Biología 19, UNAM, 97 pág.
- Acevedo Mallque, M. & Y. Kikata. 1994. Atlas de Maderas de Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina (ed), 202 pág.
- Aguilera, H. N. 1958. Suelos de la Península de Yucatán. En: Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Instituto Nacional Recursos Naturales Renovables Vol. II-V: 177-212.
- Alfaro Bates, R. G., J. A. Gonzáles Acereto, J. J. Ortiz Díaz, F. A. Viera Castro, A. I. Burgos Pérez, E. Martínez Hernández & E. Ramírez Arriaga. 2010. Caracterización palinológica de las mieles de la Península de Yucatán. UADY-CONADIO, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán.
- Alves, E. S. & V. Angyalossy Alfonso. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. IAWA Journal 21: 3-30.
- Alvim, P. T. 1964. Tree growth periodicity in tropical climates. En: M. H. Zimmermann (ed), The Formation of Wood in Forest Trees. New York Academic Press: 479-496.
- Arellano Rodríguez, J. A., R. Rodríguez Rivera & P. Uuh Chi. 1992. Glosario de Términos Agrícolas Maya-Español. Etnoflora Yucatanense 7, 83 pág.
- Arellano Rodríguez, J. A., J. S. Flores Guido, J. Tun Garrido & M. M. Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense 20: 1-815.
- Ávila Barrientos, Y., C. Ballón Falcón, K. Bustamante Ríos, C. Condori Caballón, J. Rosero Alvarado & M. Chavesta Custodio. 2010. Evaluación del crecimiento de árboles de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. a través del análisis dendrocronológico. Resúmenes IX Congreso Nacional Forestal, 432-438.
- Ayala, A. & S. M. Sandoval. 1995. Establecimiento y producción temprana de forraje de Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en plantaciones a altas densidades en el norte de Yucatán, México. Agroforestería en las Américas 7: 10-16.
- Baguinon, N. T., H. Borgaonkar, N. Gunatilleke, K. Duangsathaporn, B. M. Buckley, W. E. Wright. 2010. Collaborative Studies in Tropical Asian Dendrochronology: Addressing Challenges in Climatology and Forest Ecology. Report Asia-Pacific Network for Global Change Research, Project ARCP2008-03CMY, 48 pág.
- Barajas Morales, J. 1981. Descriptions and notes on the wood anatomy of Boraginaceae from western Mexico. IAWA Bulletin 2: 61-67.
- Barajas Morales, J. 1985. Wood structural differences between trees of tropical forests in Mexico. IAWA Bulletin 6: 355-364.

- Barajas Morales, J. 1987. Wood specific gravity in species from two tropical forests in Mexico. *IAWA Bulletin* 8: 143-148.
- Barajas Morales, J. & C. L. Gómez. 1989. Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja caducifolia. Ediciones Especiales del Instituto de Biología 1, UNAM, México, 126 pág.
- Barajas Morales, J. G. Ángeles Álvarez & P. Solís Sánchez. 1997. Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja alta perennifolia. Ediciones Especiales del Instituto de Biología 16, UNAM, México, 126 pág.
- Barrera, A., A. Gómez Pompa & C. Vázquez Yanes. 1977. El manejo de las selvas por los Mayas: sus implicaciones silvícolas y agrícolas. *Biótica* 2: 47-61.
- Bautista Zuñiga, F. & A. G. Palacio. 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Yucatán, 282 pág.
- Bernal Salazar, I. S. 2004. El papel de las variables ambientales y contaminantes atmosféricos en la actividad cambial. Tesis Doctor en Ciencias, Departamento Botánica. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 106 pág.
- Bhattacharyya, A., R. R. Yadad, H. P. Borgaonkar & G. B. Pant. 1992. Growth ring analysis of Indian tropical trees: dendroclimatic potential. *Current Science* 62: 736-741.
- Bormann, F. H. & G. Berlyn (eds). 1981. Age and growth rate of tropical trees: New directions for research. New Haven, Yale University Press, 137 pág.
- Botosso, P. C., F. C. G. Cardoso, M. C. M. Marques & R. Marques. 2010. Wood formation, girth trunk increment and phenology of two tree species from Atlantic rain forest in southern Brazil growing in two different soil conditions. Abstracts 8th International Conference on Dendrochronology, Rovaniemi, Finland, junio 2010.
- Brienen, R. J. W & P. A. Zuidema. 2005. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for sixth species using tree ring analysis. *Oecologia* 146: 1-12.
- Brienen, R. J. W & P. A. Zuidema. 2006. Life time growth patterns and ages of Bolivian rain forest trees obtained by tree ring analysis. *Journal of Ecology* 94: 481-493.
- Buckley, B. M., M. Barbetti, M. Watanasak, R. D. D'Arrigo, S. Boonchirdchoo & S. Sarutanon. 1995. Dendrochronological investigations in Thailand. *IAWA Journal* 16: 393-409.
- Bullock, S. H. 1997. Effects of seasonal rainfall on radial growth in two tropical tree species. *International Journal of Biometeorology* 41: 13-16.
- Cab Jiménez, F. E. 2011. Morfología y potencial forrajero de leguminosas no convencionales, nativas de México, para la producción en pastoreo extensivo en el trópico. Tesis Doctoral, Colegio de Posgraduados, Montecillo, México, 125 pág.
- Caballero, J. 1992. Maya homegardens: past, present and future. *Etnoecológica* 1: 35-54.

- Cabrera Cano, E. F., C. Salazar & J. S. Flores. 2000. Anacardiaceae, taxonomía, florística y etnobotánica. *Etnoflora Yucatanense* 15: 1-54.
- Callado, C. H., S. J. Silva Neto, F. R. Scarano, C. F. Barros & C. G. Costa. 2001. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic rain forest in Rio de Janeiro, Brazil. *IAWA Journal* 22: 29-42.
- Carnevali Fernández Concha, G., J. L. Tapia Muñoz, R. Duno de Stefano & I. M. Ramírez Morillo. 2010. Flora ilustrada de la Península de Yucatán: listado florístico. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, A. C. Editores Asociados, Mérida, Yucatán, México, 326 pág.
- Castillo, M., M. E. Sanabria & Y Perozo. 2005. Características anatómicas del tallo de bálsamo de incienso (*Bursera tomentosa* Jacq. Tr. & Plauch.). *Bioagro* 17: 17-23.
- Chowdhury, K. A. 1961. Growth rings in tropical trees and taxonomy. 10th Pacific Science Congress, Honolulu, Hawaii.
- Chudnoff, M. 1984. Tropical Timbers of the World. Agric. Handbook 607. Washington, DC, US Department of Agriculture, 464 pág.
- Curtis, A. B. 2007. Forest and trees of Mexico's Yucatan Peninsula. En: Flynn, J. H. (ed), A Guide to More Useful Woods of the World, Forest Product Society, Madison: 159-173.
- Curtis, A. B. 2001. *Cordia dodecandra*. En: Flynn, J. H. & C. D. Holder (eds), A Guide to Useful Woods of the World. Forest Products Society, Madison: 170-171.
- De Paula, J. E. & J. L. de Hamburgo Alves. 2007. Madeiras nativas do Brasil. Editorial Cinco Continentes, Porto Alegre, 438 pág.
- Devall, M. S., B. R. Parresol & S. J. Wright. 1995. Dendroecological analysis of *Cordia alliodora*, *Pseudobombax septenatum* and *Annona spranguei* in central Panama. *IAWA Journal* 16: 411-424.
- Durán, R., M. Goreti Campos, J. C. Trejo, P. Simá, F. May Pat & M. Juan Qui. 2000. Listado Florístico de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C., Mérida, México, 259 pág.
- Durán Guerra, O. 2012. Interpretación dendrocronológica de tres especies tropicales en una selva baja caducifolia de Morelos. Tesis de Maestro en Ciencias. Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Biológicas de la Salud, Unidad Iztapalapa, México DF, 66 pág.
- Dünisch, O. 2005. Influence of the El-Niño southern oscillation on cambial growth of *Cedrela fissilis* Vell in tropical and subtropical Brazil. *Jour. Appl. Bot. Food Qual.* 79: 5-11.
- Eckstein, D., U. Sass & P. Baas (eds). 1995. Growth periodicity in tropical trees. *IAWA Journal* 16: 323-442.

- Engler, A. & L. Diels. 1936. Syllabus der Pflanzenfamilien, Berlin, 419 pag
- Enquist, B. J. & A. Joshua Leffler. 2001. Long-term tree ring chronologies from sympatric tropical dry-forest trees: individualistic responses to climatic variation. *Journal of Tropical Ecology* 17: 41-60.
- Eshete G. & G. Stáhl. 1999. Tree rings as indicators of growth periodicity of acacias in the Rift Valley of Ethiopia. *Forest Ecology and Management* 116: 107–117.
- Espinosa de Pernía, N. & W. J. León. 2002. Estudio anatómico del leño de 56 especies de la subfamilia Papilionoidea (Leguminosae) en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 46: 59-71.
- Fernández, M., N. Ricardo, S. Machado, I. Baró, C. Martínez, P. Herrera, P. Albert & R. Ventura. 1999. Cuba y sus Árboles. Editorial Academia, La Habana, 222 pág.
- Flora Digital Península de Yucatán. 2010. Herbario CICY, Unidad de Recursos Naturales (<http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital>).
- Flores, J. S. Leguminosae. 2001. Florística, Etnobotánica y Ecología. *Etnoflora Yucatanense* 18, 320 pág.
- Flores, J. S. & I. Espejel Carvajal. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* 3, 135 pág.
- Flores Robles, M. E. 2012. Estudio fenológico de quince especies arbóreas relacionadas con la alimentación de fauna silvestre en el bosque tropical lluvioso de Yaxhá, Petén. Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, 92 pág.
- Flynn, J. H. & C. D. Holder (eds). 2007. *A Guide to Useful Woods of the World*. Forest Product Society, Madison, 618 pág.
- Forrest, D. W. 1991. The solares of Tixkokob. Economic roles of homegardens in Yucatán, México. Tesis Master of Arts in the Department of Antropology, Gainesville, Florida: 1- 26.
- Francis, J. K. 1992. *Melicoccus bijugatus* Jacq. Quenepa. SO-ITF-SM-48. New Orleans, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 4 pág.
- Fritts, H. 1976. *Tree Rings and Climate*. Academic Press, London, UK, 567 pág.
- Fuentes, F. J., J. A. Silva G. & R. M. G. Lomelí. 1998. Indices de hinchamiento y contracción de 3 especies de maderas. II Congreso Mexicano de Tecnología de Productos Forestales, Morelia, México.
- Galán Larrea, R., J. I. Valdéz H., H. M. de los Santos P. & J. L. López. 2011. Periodicidad del crecimiento en la madera de cuatro especies arbóreas de la costa de Oaxaca. En: Angel R. Endara A., A. Mora S. & J. I. Valdéz (Eds). *Bosques y árboles del trópico mexicano: estructura, crecimiento y usos*. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Guadalajara, Jalisco, México: 37-52.

- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM, Instituto de Geografía. Serie Libros N° 6, México, 91 pág.
- Gebrekirstos, A. 2006. Stable carbon isotopes and plant water relations in the *Acacia savanna* woodlands of Ethiopia: implications for reforestation and paleoclimatic reconstructions. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Gebrekirstos, A., R. Mitlöhner, D. Teketay & M. Worbes. 2008. Climate-growth relationships of the dominant tree species from semi-arid savanna woodland in Ethiopia. *Trees, Structure and Function* 22: 631-641.
- Gillespie, A. R., D. M. Knudson & F. Geilfus. 1993. The structure of four homegardens in the Peten, Guatemala. *Agroforestry System* 24: 157-170.
- Giraldo Jiménez, J. A. 2011. Dendrocronología en el trópico: aplicaciones actuales y potenciales. *Colombia Forestal* 14: 97-111.
- Gómez Pompa, A. 1987. On maya silviculture. *Mexican studies. University of San Diego California* 3: 1-16.
- Gómez Pompa, A. 1993. La silvicultura Maya. En: *Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales. V.II. CIIH-UNAM/Porrúa, México*, 484 pág.
- González Jacome, A. 1985. Homegardens in central México. En: *Prehistoric intensive agriculture in the tropics*, vol. 2. I.S. Farrington. Editorial Oxford, B.A.R.: 33-50.
- González Iturbe, J. A., I. Olmsted & F. Tun-Dzul. 2002. Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatán, México. *Forest Ecology and Management* 167: 67-82.
- Gottwald, H. 1983. Wood anatomical studies of Boraginaceae. I. Cordioideae. *IAWA Bulletin* 4: 161-178.
- Gourlay, I. D. 1995. The definition of seasonal growth zones in some African *Acacia* species. A review. *IAWA Journal* 16: 353-359.
- Grissino Mayer, H. 1993. An updated list of species used in tree-ring research. *Tree Ring Bulletin* 53: 17-43.
- Guridi Gómez, L. I. 1980. La madera en las artesanías del estado de Michoacán. *Boletín Divulgativo INIF N° 50*, 127 pág.
- IAWA, 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin* 10: 219-332.
- Interián Ku, V. M. 2009. Crecimiento, arquitectura y anatomía de especies forestales en una selva baja caducifolia del sur de Yucatán. Tesis Doctoral, Colegio de Posgraduados, Montecillo, México, 89 pág.
- Jiménez Osornio, J. J., M. R. Ruenes Morales & P. Montañez Escalante. 1999. Agrodiversidad de los solares de la Península de Yucatán. *Gestión de Recursos Naturales* 14: 30-40.

- Jacoby, G. C. 1989. Overview of tree-ring analysis in tropical regions. *IAWA Bulletin* 10: 99-108.
- Kline, M. 2001. *Enterolobium cyclocarpon*. En Flynn, J. H. & C. D. Holder (eds), *A Guide to Useful Woods of the World*. Forest Products Society (ed), Madison, 226-227.
- Laskowski, L. E. 2000. Características anatómicas de la hoja y el tallo del semeruco (*Malpighia emarginata* DC) cultivado en dos localidades del estado Lara. *Bioagro* 12: 33-40.
- León, W. J. 2006. Anatomía de la madera de 17 especies de la familia Malpighiaceae Juss. *Acta Científica Venezolana* 57: 49-58.
- León, W. J. 2009. Anatomía de la madera de 20 especies de lianas del lote boscoso El Dorado-Tumeremo (Estado Bolívar, Venezuela). *Ernstia* 19: 137-170.
- León, W. J. 2010. Anatomía de la madera de 18 especies de Sapindaceae de Venezuela. *Ernstia* 20: 107-139.
- León, W. J. 2011. Estudio anatómico de la madera de cinco especies del género *Vitex* L. (Lamiaceae) en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 55: 121-129.
- León, W. J. & N. Espinoza de Pernía. 1998. Variabilidad de la madera de *Cordia thaisiana* (Boraginaceae) en sentido transversal. *Revista Forestal Venezolana* 42: 15-23.
- Liogier, A. H. 1978. Árboles Dominicanos. Academia de Ciencias de la República Dominicana, 220 pág.
- Lisi, C. S., M. Tomazello, P. C. Botosso, F. A. Roig, V. R. B. Maria, L. Ferreira Fedele & A. R. A. Voigt. 2008. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semideciduous forest in southeast Brazil. *IAWA Journal* 29: 189-207.
- Lizarraga Sánchez, H., F. J. Solorio Sánchez & C. A. Sandoval Castro. 2001. Evaluación agronómica de especies arbóreas para la producción de forraje en la Península de Yucatán. *Livestock Research for Rural Development* 13: 1-10.
- López Austin, A. 1998. Los ritos: un juego de definiciones. *Arqueología Mexicana* 6: 4-17.
- López Torres, J. L. & J. C. Tamarit Urias. 2005. Crecimiento e incremento en diámetro de *Lysiloma latisiliquum* L. en bosques secundarios en Escárcega, Campeche, México. *Revista Chapingo* 11: 117-123.
- Lorenzi, H., L. Bacher, M. Lacerda & S. Sartori. 2006. *Frutas Brasileiras e Exóticas Cultivadas*. Editorial Plantarum, Nova Odessa, SP, Brasil, 640 pág.
- McVaugh, R. 1987. *Flora Novo-Galiciana. A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Vol. 5 Leguminosae. Ann Arbor. The University of Michigan Press, 786 pág.

- Mainieri, C. & J. P. Chimelo. 1989. Fichas de características das madeiras brasileiras. IPT, São Paulo, 418 p.
- Maingi, J. K. 2006. Growth rings in tree species from the Tana river floodplain, Kenia. *Journal of East African Natural History* 95: 181-211.
- Marcati, C. R., J. S. Oliveira & S. R. Machado. 2006a. Growth rings in cerrado woody species: occurrence and anatomical markers. *Biota Neotropica* 6 (3): DOI: 10.1590/S1676-06032006000300001.
- Marcati, C. R., V. Angyalossy & R. F. Evert. 2006b. Seasonal variation in wood formation of *Cedrela fissilis* (Meliaceae). *IAWA Journal* 27: 199-211.
- Martínez Pinillos, C. E. & J. L. Martínez. 1996. Características de cepillado y lijado de 33 especies de madera. *Madera y Bosques* 2: 11-27.
- Mayén Rivera, C. & F. Reygadas Prado. 2005. Criterios e indicadores para evaluar la sostenibilidad del manejo de bosques tropicales de México: Planicie Costera Suroriental. Primer congreso internacional de casos exitosos de desarrollo sostenible del trópico. Boca del Río, Veracruz, México, 2-4 de mayo.
- Medicina Tradicional Mexicana, 2009. UNAM, México (www.medicinatradicional-mexicana.unam.mx).
- Metcalfe, C. R. & L. Chalk. 1985. *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. 2, Clarendon Press, Oxford, 297 pág.
- Mosiño, P. A. & E. García. 1974. The climate of México. En Bryson, R. A. & F. K. Hare (eds). *Climates of North America*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, London, New York: 345-409.
- Morton, J. F. 1987. Tamarind. En: J. F. Morton (ed), *Fruits of Warm Climates*, Meapopolis, Florida: 115-121.
- Nair, P. K. R. 1993. *An Introduction to Agroforestry*. Dordrecht, Editorial Kluwer, 499 pág.
- NAS (National Academy of Sciences) 1977. *Leucaena*, promising forage and tree crop for the tropics. National Academy of Sciences, Washington DC, 115 pág.
- Oliveira Totti de Lara, N., K. Esemann-Quadros & P. C. Botosso. 2010. *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae): Dendrochronology and dendroclimatology in Blumenau, Santa Catarina, Brazil. Abstracts 8th International Conference on Dendrochronology, Rovaniemi, Finland, junio 2010.
- Pant, G. & B. Vald. 1983. Climatological signals from the annual growth rings of selected tree species of India. *Mausam* 34: 251-256.
- Pennington, T. D. & J. Sarukhán. 2005. *Árboles Tropicales de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica, México DF, 523 pág.

- Peres Chagas, M. 2009. Caracterização dos anéis de crescimento e dendrocronologia de árvores de *Grevillea robusta* A. Cunn, *Hovenia dulcis* Thunb., *Persea americana* Mill., *Tabebuia pentaphylla* Hemsl. e *Terminalia catappa* L. nos municípios de Piracicaba e Paulina, SP. Ms Sc. Universidade São Paulo, Piracicaba, Brasil, 113 pág.
- Pérez Olvera, C. P., T. F. Carmona & M. A. Rogel. 1980. Estudio anatómico de la madera de 43 especies tropicales. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. 63, México DF, 276 pág.
- Pérez Olvera, C. P. & G. Corral. 1980. Estudio anatómico de la madera de once especies de Angiospermas. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. 64, México DF, 79 pág.
- Pozo, C. & S. Calvé. 2005. Uso y monitoreo de los recursos naturales en el corredor biológico mesoamericano. Informe Final Acahualtes SNIB-CONABIO BJ002, México DF.
- Pumijumnong, N., D. Eckstein & U. Sass. 1995. Tree-ring research on *Tectona grandis* in northern Thailand. IAWA Journal 16: 385-392.
- Pumijumnong, N. & S. Buajan. 2012. Seasonal cambial activity of five tropical tree species in central Thailand. Trees, Structure and Function, DOI 10.1007/s00468-012-0794-4.
- Quiroz Carranza, J. & R. Orellana. 2010. Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. Madera y Bosques 16: 47-67.
- Ramírez, J. A. & J. I. del Valle. 2011. Paleoclima de La Guajira, Colombia, según los anillos de crecimiento de *Capparis odoratissima* (Capparidaceae). Revista de Biología Tropical 59: 1389-1405.
- Rebollar, S., C. de la Paz Pérez & A. Quintanar. 1996-97. Anatomía de la madera de ocho especies de la selva mediana subperennifolia de Quintana Roo, México. Revista de Biología Tropical 44: 67-77.
- Rebollar, S & A. Quintanar. 1998. Anatomía y usos de la madera de ocho especies tropicales de Quintana Roo, México. Revista de Biología Tropical 46: 1047-1057.
- Rebollar, S. & A. Quintanar. 2000. Anatomía y usos de la madera de siete árboles tropicales de México. Revista de Biología Tropical 48: 569-578.
- Record, S. J. & C. D. Mell. 1924. Timbers of Tropical America. New Haven, CN: Yale University Press, 610 pág.
- Record, S. J. & R. W. Hess. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CN: Yale University Press, 640 pág.
- Rico Arce, M. L., S. L. Gale & N. Maxted. 2008. A taxonomic study of *Albizia* (Leguminosae: Mimosoideae: Ingeae) in Mexico and Central America. Anales del Jardín Botánico de Madrid 65: 255-305.

- Rico Gray, V., J. G. García Franco, J. G. A. Puch & P. Simá. 1990. Species composition, similarity and structure of maya homegarden in Tixpehual and Tixcaltuyub, Yucatán, México. *Economic Botany* 44: 470-487.
- Rico Gray, V., J. G. García Franco. 1991. The Maya and the vegetation of the Yucatán Peninsula. *Journal of Ethnobiology* 11: 135-142.
- Rincón, E., P. Huante & M. Álvarez Añorve. 2000. Análisis de crecimiento de tres especies de *Caesalpinia* (Leguminosae) de la selva baja caducifolia de Chamelá, Jalisco. *Boletín Sociedad Botánica de México* 66: 5-13.
- Rocas, A. N. 1986. *Arboles y Arbustos Útiles de México*. Editorial Limusa, México, 206 pág.
- Rodríguez, R., R. Woodman, B. Balsley, A. Mabres & R. Phipps. 1993. Avances sobre estudios dendrocronológicos en la región costera norte del Perú para obtener un registro pasado del fenómeno El Niño. *Bull. Inst. Franc. Études Andines* 22: 267-281.
- Rodríguez, R., A. Mabres, B. Luckman, M. Evans, M. Masiokas & T. M. Ektvedt. 2005. El Niño events recorded in dry-forest species of the lowlands of north-west Perú. *Dendrochronologia* 22: 181-186.
- Rogel G., M. A. 1982. Estudio anatómico de la madera de 6 especies tropicales. *Boletín Técnico Instituto Nacional Investigaciones Forestales* 89: 37-41.
- Roig, F. A. 2000. Dendrocronología en los bosques del neotrópico: revisión y proyección futura. En Roig F. A. (ed), *Dendrochronology in Latin America*, Editorial EDIUNC, Mendoza: 307-355.
- Roig, F. A., J. J. Jiménez Osornio, J. Villanueva Díaz, B. Luckman, H. Tiessen, A. Medina & E. J. Noellemeyer. 2005. Anatomy of growth rings at the Yucatán Peninsula. *Dendrochronologia* 22: 187-193.
- Rue, D. J. 1987. Early agriculture and early postclassic maya occupation in western Honduras. *Nature* 326: 285-286.
- Ruenes, M. R. & J. J. Jiménez Osornio. 1997. Importancia agroecológica de los huertos familiares yucatecos: solares. En: *Huertos familiares*. Red de Gestión de Recursos Naturales, Segunda Época 6: 4-12.
- Ruiz Garvía, C. A. 2008. Production potential and ecosystem quality of secondary forests recovered from agriculture - tools for landuse decisions. PhD disertación, Universidad de Göttingen, Alemania, 137 pág.
- Schirarend, C. 1991. The systematic wood anatomy of the Rhamnaceae. *IAWA Bulletin* 12: 359-388.
- Schöngart, J., W. J. Junk, M. T. F. Piedade, J. M. Ayres, A. Hüttermann & M. Worbes. 2004. Teleconnection between tree growth in the Amazonian floodplains and the El-Niño-Southern Oscillation effect. *Global Change Biology* 1: 683-692.

- Silva, A., C. Blanco & H. Lindorf. 1988. Anatomía de la madera de nueve leguminosas de Venezuela. *Acta Botánica Brasileira* 2: 115-134.
- Silva Guzmán, J. A., F. J. Fuentes Talavera, H. G. Richter, G. A. Alvarez & R. Sanjuan Dueñas. 1999. Estructura de la madera de *Persea americana* var. *guatemalensis* Mill (Hass). *Madera y Bosques* 5: 53-59.
- Sosa, V., J. S. Flores, V. Rico Gray, R. Lira & J. J. Ortíz. 1985. Lista florística y sinonimia Maya. En: *Etnoflora Yucatanense*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Fasc. 1. Xalapa, Veracruz, México, 225 pág.
- Souza Novello, N. 1981. Plantas melíferas y poliníferas que viven en Yucatán. En: *Plantas melíferas y poliníferas de Yucatán*, Fondo Editorial de Yucatán: 9-26.
- Stahle, D. W. 1999. Usefull strategies for development of tropical tree-ring chronologies. *IAWA Journal* 20: 249-253.
- Stahle, D. W., M. K. Cleaveland, J. Maingi & J. Munyao. 1995. The dendroclimatology of *Vitex keniensis* in Kenya. *Supplemento Eos* 76 (46), F316.
- Stahle, D. W., P. T. Mushove, F. A. Roig & M. K. Cleveland. 1999. Management implications of annual growth rings in *Pterocarpus angolensis* from Zimbabwe. *Forest Ecology and Management* 4760: 1-13.
- Stahle, D. W., J. Villanueva Díaz, M. K. Cleveland, M. D. Therrel, G. J. Paul, B. T. Burns, W. Salinas, H. Suzan & P. Z. Fule. 2000. Recent tree-ring research in México. En: Roig, F. A. (ed), *Dendrocronología en América Latina*, Editorial EDIUNC, Mendoza: 285-357.
- Standley, P. C. 1930. *Flora of Yucatan*. Field Museum of Natural History Botanical Series, Publication 279: 157-491.
- Standley, P. C. & J. A. Steyermark. 1949. *Flora of Guatemala*. Chicago Natural History Museum, 302 pág.
- Suarez Molina, V. M. 1981. Flora melífera y polinífera de la península Yucateca o de fácil propagación en la región. En: *Plantas melíferas y poliníferas de Yucatán*, Fondo Editorial de Yucatán: 27-54.
- Suntaxi Aluisa, E. F. 2010. Aproximación dendroclimatológica en un bosque seco utilizando el Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) y su relación con la precipitación y temperatura. Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Tamarit, J. C. 1996. Determinación de los índices de calidad de pulpa para papel de 132 maderas latifoliadas. *Madera y Bosques* 2: 29-41.
- Tomazello Filho, M., P. C. Botosso & C. Lisi. 2000. Potencialidade da família Meliaceae para dendrocronologia em regiões tropicais e subtropicais. En: F. A Roig (ed), *Dendrocronología en América Latina*, Editorial EDIUNC, Mendoza: 381-431.
- Tomazello Filho, F. A. Roig & P. A. Zevallos Pollito. 2009. Marco histórico y experiencias exitosas en los países de América Latina. *Ecología en Bolivia* 44: 73-82.

- Torquebiau, E. 1992. Are tropical agroforestry homegardens sustainable? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 41: 189-207.
- TROPICOS. www.tropicos.org.
- Valdez Hernández, M., J. L. Andrade & P. C. Jackson & M. Rebolledo Vieyra. 2010. Phenology of five tree species of a tropical dry forest in Yucatan, Mexico: effects of environmental and physiological factors. *Plant Soil* 329: 155–171.
- Valencia Ramos, G. M. 2011. Caracterización anatómica de anillos de crecimiento de especies tropicales potenciales para estudios dendrocronológicos. Trabajo presentado en V CONFLAT, Lima, 2011.
- Villanueva Díaz, J., D. W. Stahle, B. H. Luckman, J. Cerano Paredes, M. D. Therrrell, R. Morán, M. & M. K. Cleaveland. 2007. Potencial dendrocronológico de *Taxodium mucronatum* Ten. y acciones para su conservación en México. *Ciencia Forestal* 32: 9-37.
- Wils, T. H. G., U. G. W. Sass Klaassen, Z. Eshetu, A. Bräuning, A. Gebrekirstos, C. Couralet, I. Robertson, R. Touchan, M. Koprowski, D. Conway, K. R. Briffa & H. Beeckman. 2010. Dendrochronology in the dry tropics: the Ethiopian case. *Trees, Structure and Function* DOI 10.1007/s00468-010-0521-y.
- Wan Mohd Nazri, W. A. R., K. Jamaludin, S. Rahim, M. Y. Nor Yuziah & H. Abdul-Hamid. 2011. Strand properties of *Leucaena leucocephala* wood. *Africal Journal of Agricultural Research* 22: 5181-5191.
- Worbes, M. 1999. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. *Journal of Ecology* 87: 391-403.
- Worbes, M. 2002. One hundred years of tree-ring research in the tropics. A brief history and an outlook to future challenges. *Dendrochronologia* 20: 217-231.
- Worbes, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees – a review. *IAWA Journal* 16: 337-351.

TÉRMINOS SOBRE ANATOMÍA DE LA MADERA

Albura: en *corte transversal*, parte externa del *xilema*, usualmente de color más claro y que contiene porciones con células aún vivas y materiales de reserva.

Anillo de crecimiento: zona o capa de madera distinguible en el corte transversal del tallo de una planta leñosa y que se forma por un crecimiento periódico, preferentemente en zonas de estacionalidad climática. El anillo de crecimiento se distingue por características anatómicas y está constituido por *leño temprano* y *leño tardío*.

Anillo de crecimiento, límite: es la delimitación del anillo de crecimiento definida por cambios en la estructura anatómica, variaciones en la densidad o coloración entre anillos consecutivos.

Anillo de crecimiento anual: anillo de crecimiento formado por año. En rigor, el anillo anual es formado durante el período de activo crecimiento del *cambium* vascular, lo que puede estar relacionado a la disponibilidad estacional de lluvias o temperaturas que estimulen el crecimiento.

Anillo de crecimiento discontinuo: anillo de crecimiento que no está completamente formado o presente alrededor del tallo. *Sin.* anillo en cuña.

Anillo de crecimiento falso: anillo aparentemente completo y con límite definido, formado dentro del período de crecimiento pero que no es anual. Puede ser formado por episodios climáticos anómalos (sequía, frío) durante el período de formación del anillo.

Anisotropía: propiedad de la madera de expandirse y contraerse en forma desigual en sus diversas direcciones.

Cambial, zona: término que define la zona donde se aloja el *cambium* o tejido cambial.

Cambium vascular: tejido meristemático lateral que durante el crecimiento secundario produce, por división celular, capas sucesivas de *xilema* (hacia el interior) y floema (hacia el exterior). El cambium vascular está comprendido por dos tipos de células, radiales y fusiformes. Estas se dividen periclinal y anticlinalmente para dar lugar a células hijas que seguirán diferentes caminos de diferenciación. *Sin.* meristema lateral.

Capa de crecimiento: *Sin.* anillo de crecimiento.

Ciclo estacional de crecimiento: cualquier cambio del desarrollo vegetativo de una planta observable en un período dado de tiempo. En este período las células cambiales se multiplican para formar nueva madera. En zonas templadas de los dos hemisferios este ciclo se acota a los meses de verano. En los trópicos este ciclo es más variable en oportunidad y extensión.

Color de la madera: causado por sustancias colorantes xilócromas que infiltran las paredes o se depositan en el interior de las células. Las sustancias colorantes impregnan tanto la albura como el duramen. En la albura los colores son generalmente

claros (amarillo, rosado, rojo pálido o gris) mientras que en el duramen, el color es muy variable. Esta variación ayuda en la identificación de las distintas clases de madera. El color de la madera recién aserrada puede cambiar por oxidación al quedar expuesto a la luz y el aire. Otros cambios en la coloración natural de las maderas pueden ser ocasionados por acción de hongos lignícolas, ocasionando manchas rojizas, grises o azules.

Contracción: disminución de volumen de la madera por la pérdida de humedad. La madera se contrae en los sentidos longitudinal y radial.

Corte longitudinal tangencial: plano paralelo al eje del tronco o raíz y que no pase por la médula. *Sin.* plano o sección longitudinal tangencial.

Corte longitudinal radial: plano que pasa por la médula, tanto en tronco como raíz. *Sin.* plano o sección longitudinal radial.

Corte transversal: plano perpendicular al eje axial de un tronco o raíz y donde se observan los *anillos de crecimiento*. *Sin.* plano o sección transversal.

Corteza: término que indica el conjunto de tejidos que se encuentran fuera del *xilema* y *cambium*. Es la capa situada en la parte más externa del tronco del árbol.

Decaimiento: deterioro producido por hongos o microorganismos y que originan cambios progresivos en la estructura, color y olor de la madera.

Densidad de la madera: relación entre la masa de una pieza de madera y su volumen, medida a un determinado grado de humedad. Se expresa en g/cm^3 o kg/m^3 .

Dendrocronología: del griego *dendro*: árbol, *crono*: tiempo y *logos* estudio. Ciencia de datar los anillos de crecimiento de árboles. Incluye el estudio de la información ambiental registrada en los anillos de crecimiento.

Durabilidad natural: resistencia natural de la madera a la acción de los agentes bióticos y abióticos externos.

Duramen: en *corte transversal*, parte del corazón o cilindro central del tronco. Constituido por células muertas y sin sustancias de reserva. El duramen es generalmente de color más oscuro que la *albura*, aunque no siempre esta diferencia resulta distinguible. Comercialmente el duramen suele denominarse madera de corazón.

Elemento axial: en anatomía de maderas, toda célula de posición paralela al eje principal de tallos y raíces y que no sea componente de los radios.

Elemento radial: en anatomía de maderas, toda célula de posición perpendicular al eje principal de tallos y raíces.

Fibra: célula axial caracterizada por ser alargada, delgada, de extremos aguzados, no perforada y por lo general de pared gruesa. La fibra constituye el principal tejido de sostén de una madera.

Fluctuación de densidad: en un anillo de crecimiento, capas de células cuya forma, tamaño y espesor de sus paredes recuerda a las células del leño tardío. Ver *Anillo de crecimiento falso*.

Latifoliada: término usado para denominar a los árboles y arbustos que pertenecen a las dicotiledóneas.

Leño: del latín, lignum: madera. Trozo de árbol después de cortado y limpiado de ramas. Tejido principal xilemático de sostén y de conducción de agua en tallos y raíces, compuesto de fibras, vasos, traqueidas y parénquima en angiospermas y casi exclusivamente por traqueidas en gimnospermas. *Sin.* madera, *xilema*.

Leño juvenil: ver *madera juvenil*.

Leño maduro: ver *madera madura*.

Leño tardío: madera de mayor densidad, a menudo más oscura y localizada al final del anillo de crecimiento. Por lo general las fibras que componen este leño tardío, presentan paredes engrosadas y radialmente aplanadas. Los vasos pueden faltar en esta zona. *Sin.* madera tardía.

Leño temprano: madera de menor densidad, a menudo más clara y localizada al principio del anillo de crecimiento. Se forma al inicio del ciclo estacional de crecimiento. Por lo general las fibras que componen este leño presentan paredes finas y se encuentra abundante cantidad de vasos. *Sin.* madera temprana.

Leño de reacción: leño con características anatómicas y tecnológicas distintas a un leño normal y que se forma cuando el fuste está inclinado. En las coníferas se conoce como leño de compresión y en las latifoliadas como leño de tensión. El leño de compresión se forma en la parte inferior de los tallos inclinados y se caracteriza por células muy lignificadas que dan intenso color a la madera. El leño de tensión se forma en la parte superior de los tallos inclinados de las dicotiledóneas y está formado por fibras cuyas paredes no están lignificadas y generalmente presentan una capa interna gelatinosa.

Lignina: sustancia aromática (polifenol) casi insoluble en la mayoría de los solventes y que es parte constituyente de la pared celular.

Lumen: cavidad comprendida entre las paredes de una célula, donde se alojó originalmente el citoplasma.

Lustre: propiedad de la madera de reflejar la luz en sus distintos planos de corte.

Madera: ver *Leño*.

Madera blanda: término comúnmente aplicado para designar madera de coníferas. Sin embargo muchas latifoliadas son más livianas, blandas o de menor densidad que muchas de las maderas de coníferas.

Madera de corazón: ver *Duramen*.

Madera de primavera: ver *Leño temprano*.

Madera de reacción: *Leño de reacción*.

Madera de tensión: ver *Leño de tensión*.

Madera de verano: ver *Leño tardío*.

Madera dura: término comúnmente aplicado para designar madera de latifoliadas, aunque algunas latifoliadas como las especies de la familia botánica Bombacaceae, son de las maderas más blandas que existen.

Madera juvenil: es la madera que produce el cambium joven. Corresponde a la madera formada cerca de los ápices de crecimiento y alrededor de la médula. Esta madera tiene características estructurales o físicas que la diferencian de la madera madura. Sin. leño juvenil.

Madera madura: es la que produce el cambium de mayor edad, es decir, el cambium que se posiciona a mayor distancia de la médula. Sin. leño maduro.

Madera tardía: ver *Leño tardío*.

Madera temprana: ver *Leño temprano*.

Madera viva: ver *Albura*.

Médula: tejido fundamental (parenquimático) ubicado en la parte central de un tallo o raíz.

Médula excéntrica: es el caso de la médula desplazada del centro geométrico del fuste. Esta característica aparece en árboles cuyos tallos principales crecen inclinados por diversos motivos (viento, suelos inestables, competencia por luz). Este desplazamiento de la médula se asocia a la formación de leño de reacción.

Meristema: tejido capaz de dividirse activamente y por ello generar nuevos tejidos, incluido madera.

Meristema apical: meristema ubicado en el ápice del tallo o raíz y que por división forma los precursores de los tejidos primarios en estos órganos.

Meristema lateral: ver *cambium vascular*.

Olor de la madera: aspecto estético de la madera originado por sustancias volátiles contenidas en la madera, especialmente resinas y aceites esenciales.

Pared celular: material que delimita una célula vegetal. Está constituida principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina. En células maduras la pared se conforma por las siguientes secciones: primaria (S1), secundaria (S2) y terciaria (S3).

Parénquima: tejido vegetal constituido por células más o menos isodiamétricas, de pared muy delgada. Su función principal es almacenamiento y distribución de carbohidratos. Puede ser axial o radial. En cortes transversales se observa algunas veces a

simple vista, en otras con ayuda de lupa. Si se encuentra en el xilema, es parénquima xilemático o leñoso, si se encuentra en el floema es parénquima floemático. *Sin.* tejido de almacenamiento.

Parénquima axial: tejido ubicado axialmente o longitudinalmente en los tallos. *Sin.* parénquima longitudinal. Se clasifica en:

a) **Parénquima axial apotraqueal:** tejido axial no asociado a los vasos.

Parénquima axial apotraqueal difuso: células aisladas o en pequeños grupos, irregularmente distribuidas entre las fibras y vasos de la madera.

Parénquima axial apotraqueal difuso en agregados: células ordenadas en pequeños grupos.

Parénquima axial apotraqueal difuso bandeado: células en finas líneas o bandas más o menos continuas. *Sin.* parénquima axial apotraqueal reticulado.

Parénquima axial apotraqueal marginal: células de parénquima ordenadas en una línea de grosor variable y continua en el perímetro de un tallo, pudiendo delimitar el anillo de crecimiento.

b) **Parénquima axial paratraqueal:** tejido asociado a los vasos.

Parénquima axial paratraqueal vasicéntrico: las células de parénquima rodean completamente a los vasos.

Parénquima axial paratraqueal aliforme: similar al vasicéntrico pero con extensiones parecidas a alas.

Parénquima axial paratraqueal aliforme confluyente: las alas se tocan y forman bandas de parénquima más o menos continuas.

Parénquima axial paratraqueal unilateral: parénquima formando semicírculos alrededor de los vasos.

Parénquima axial bandeado: varios tipos en los que en general se observa una agrupación del parénquima formando bandas más o menos continuas, asociadas o no a los vasos. Un tipo importante es el parénquima marginal (terminal/inicial), el cual suele marcar el límite del anillo de crecimiento.

Parénquima leñoso: ver *Parénquima*.

Parénquima longitudinal: ver *Parénquima axial*.

Parénquima radial: originado de las células radiales del cambium vascular. Conforman el radio, que se observa en el plano transversal de la madera como una línea comprendida entre la médula con cualquier punto extremo del xilema.

Parénquima reticulado: ver *Parénquima axial apotraqueal difuso bandeado*.

Poro: término usado para designar la sección transversal de un vaso de conducción. *Sin.* vaso.

Porosidad circular: madera en la que los poros de mayor tamaño se ubican en una línea concéntrica al inicio del leño temprano del anillo de crecimiento.

Porosidad difusa: madera en la que la distribución y diámetro de los poros es muy uniforme en el anillo de crecimiento.

Porosidad semidifusa: madera en la que el diámetro de los poros disminuye gradualmente desde el leño temprano hacia el leño tardío en el anillo de crecimiento.

Pressler, barreno: instrumento con un extremo afilado, cabezal en helicoides e interior hueco que permite extraer testigos o muestras de madera en sentido radial.

Pulir: acción de suavizar la superficie de una madera. Con pulido adecuado es posible lograr superficies donde se observa la estructura anatómica con muy buen detalle.

Radio: tejido conformado por células parenquimáticas y que en su conjunto se asemejan a líneas extendidas radialmente desde la médula, cuando son vistas en la sección transversal de un tallo o raíz. *Sin.* parénquima radial.

Tejido de almacenamiento: ver *Parénquima*.

Tejido de conducción: ver *Vaso*.

Tejido de sostén: ver *Fibra*.

Vascular: relativo a los tejidos conductores.

Vaso, elemento: célula que conforma el tejido conductor por excelencia, tanto en xilema como floema. El elemento de vaso tiene extremos perforados. La unión de dos o más vasos por medio de sus perforaciones terminales constituye el vaso de conducción. *Sin.* Poro, vaso de conducción.

Xerófito: vegetal adaptado morfológica y funcionalmente a vivir en ambiente seco. Los caracteres en la madera de un xerófito son, vasos de diferentes diámetros, diámetro pequeño de vasos,

Xeromorfo: se dice de un vegetal que tiene características en la madera de un xerófito y que por lo tanto tiene mecanismos de resistencia a la deficiencia hídrica.

Xilema: ver *Leño*.

Xiloteca: colección de maderas identificadas taxonómicamente y con información sobre procedencia, colector y características ecológicas del ambiente donde se colectaron las maderas.



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



- Sede de Centro de Investigación Regional
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- Campo Experimental

Comité Editorial del CENID-RASPA

Presidente: Dr. José Antonio Cueto Wong

Secretario: Dr. Miguel A. Velásquez Valle

Vocales: Dr. Juan Estrada Ávalos

M.Sc. Miguel Rivera González

Revisores Técnicos:

Dr. Guillermo Ángeles Álvarez

Dr. Rodrigo Duno de Stefano

Dra. Alejandra Quintanar

Diseño Gráfico:

Remedios Marín

Servicio de Diseño Gráfico. CCT CONICET Mendoza

Corrección de texto y estilo:

Mónica L. Puscama

Gran parte de las fotografías de plantas a campo consideradas en este libro son de la autoría de W. John Hayden. Queremos agradecer también las generosas colaboraciones de imágenes fotográficas por parte de investigadores de distintas instituciones: Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY, Mérida): Germán Carnevali Fernández y Rodrigo Duno de Stefano (*Trichilia glabra*, *Quadrella incana*, *Randia obcordata*, *Cordia dodecandra*, *Ehretia tinifolia*, *Quadrella incana*, *Apoplanesia paniculata*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Leucaena leucocephala*, *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Pithecellobium unguis-cati*, *Senna racemosa*, *Trichilia hirta*, *Pisonia culeata*, *Bonellia flamea*, *Randia obcordata*, *Thouinia paucidentata*, *Manilka azapota*, *Mariosousa dolichostachya*, *Albizia tomentosa*), Alfredo Dorantes (*A. tomentosa*) y Paul Hoekstra (*Guettarda elliptica*); Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida-Yucatán: Juan Tun Garrido (*S. racemosa*); Natural History Museum, Londres: Sandra Knapp (*Havardia albicans*, *M. dolichostachya*, *T. hirta*); Consejo Superior Investigaciones Científicas, España: María Peña Chocarro (*H. albicans*, *M. dolichostachya*, *T. hirta*); CIRSE-INIFAP Chetumal, México: Laura Fernández (*Ficus benjamina*, *Senegalia gaumeri*); Elizandro Pineda (*Caesalpinia gaumeri*).

La presente publicación se terminó de imprimir en diciembre de 2012 en la imprenta Carmona, Impresores. Calzada Lázaro Cárdenas N° 850, Col. Eduardo Guerra, Torreón, Coahuila.

Su tiraje fue de 500 ejemplares

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA
RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA**

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG
Director

ING. ARMANDO ESTRADA GONZÁLEZ
Jefe de Operación

LIC. FLOR CARINA ESPINOZA DELGADILLO
Jefe Administrativo

PERSONAL INVESTIGADOR

Burgos Córdova, David Aarón
Bueno Hurtado, Palmira
Catalán Valencia, Ernesto Alonso
Cerano Paredes, Julián
Cerde Cerda, Alma Yadira
Cervantes Martínez, Rosalinda
Constante García, Vicenta
Delgado Ramirez, Gerardo
Esquivel Arriaga, Gerardo
Estrada Ávalos, Juan
González Barrios, José Luis
González Cervantes, Guillermo
Inzunza Ibarra, Marco Antonio
Macías Rodríguez, Hilario
Muñoz Villalobos, Jesús Arcadio
Potisek Talavera, María del Carmen
Rivera González, Miguel
Román López, Abel
Sánchez Cohen, Ignacio
Trucíos Caciono, Ramón
Velásquez Valle, Miguel Agustín
Villa Castorena, María Magdalena
Villanueva Díaz, José



Vivir Mejor

www.gobiernofederal.gob.mx

www.sagarpa.gob.mx

www.inifap.gob.mx



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias