



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Contribución al conocimiento taxonómico del
género *Amyris* en México.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

SILVIA LOERA RIVERA



**DIRECTORA DE TESIS:
DRA. MARTHA JUANA MARTÍNEZ GORDILLO**

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno:

Loera
Rivera
Silvia
044 55 54 94 97 28
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
09805418-9

2. Datos del tutor:

Dra.
Martha Juana
Martínez
Gordillo

3. Datos del sinodal 1:

Dra.
Nelly
Diego
Pérez

4. Datos del sinodal 2:

Dra.
Susana
Valencia
Ávalos

5. Datos del sinodal 3:

Dra.
Silvia
Espinosa
Matías

6. Datos del sinodal 4:

M. en C.
María del Rosario
García
Peña

7. Datos del trabajo escrito:

Contribución al conocimiento taxonómico del género *Amyris* en México
135 p.
2012

A mis Padres

A mi hermana,

A mi familia,

A Shirley, Kimbo y Galia

Agradecimientos:

A Dios por permitirme concluir esta etapa.

A mis padres Silvia y Santiago por todas sus enseñanzas, el cariño y apoyo que siempre me han brindado.

A mi hermana Raquel por todo lo que hemos compartido.

A la Dra. Martha Juana Martínez Gordillo por su disposición desde un inicio, paciencia, enseñanzas y consejos durante el desarrollo de este trabajo. Por sus interesantes clases de las 7 am donde es imposible que el sueño llegue!, por su ejemplo como persona. ¡Muchas gracias!

Al personal de los herbarios consultados por las facilidades otorgadas, especialmente de los herbarios XAL, ENCB y MEXU por los préstamos de material.

A la biól. Itzi Fragoso Martínez por la convivencia en los herbarios que pudimos visitar juntas, por las pláticas y su valiosa ayuda para la toma de fotos en dos de los herbarios. Agradezco a ella y al biól. Pablo Lèauteaud por su ayuda para la realización del mapa de especies.

A la M. en C. María del Rosario García por su ayuda en la solicitud de un isotipo al herbario del San Diego Natural History Museum y al personal de dicho herbario.

A la Dra. Silvia Espinosa por su apoyo en las sesiones de observación en el microscopio electrónico de barrido, sus sugerencias y comentarios.

A mis amigos de la Facultad de Ciencias: Yunuen, Elizabeth, Belén, Leonardo, Iraíz y a todos con quienes compartí gratos momentos en las clases, laboratorios, salidas al campo, taller, etc.

A las miembros del jurado, Dra. Nelly Diego Pérez, Dra. Susana Valencia Ávalos, Dra. Silvia Espinosa Matías y M. en C. Ma. del Rosario García Peña por su tiempo para la revisión de este trabajo y sus valiosos comentarios.

A las bióls. Elena Martínez y Violeta Méndez por compartirme sus experiencias en algún momento al inicio de este trabajo.

A mis alumnos por ser fuente de motivación.

A las dibujantes de la ENAP que realizaron las ilustraciones de las especies aquí presentadas.

A la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA), en especial a la M. en C. Julieta Vargas Cuenca por sus enseñanzas y optimismo y a todo el personal por contribuir a que mi servicio social fuera una experiencia muy agradable y enriquecedora dentro de la carrera.

Al personal de la Facultad de Ciencias, Instituto de Biología de la UNAM y Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME) de quienes he tenido la oportunidad de aprender en diferentes momentos, y a la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme adentrarme al impresionante y fascinante mundo de la Biología.

Índice

A. Resumen	1
B. Introducción	1
B.1 Área de estudio.....	2
B.1.1 Diversidad de plantas vasculares de México.....	3
C. Antecedentes	5
C.1. Familia Rutaceae.....	5
C.1.1 Características morfológicas de la familia Rutaceae.....	5
C.1.2 Antecedentes taxonómicos de la familia Rutaceae.....	6
C.1.3 Aspectos paleobiológicos de la familia Rutaceae.....	12
C.1.4 Polinización en la familia Rutaceae.....	12
C.1.5 Dispersión en la familia Rutaceae.....	13
C.1.6 Herbivoría en la familia Rutaceae.....	13
C.1.7 Importancia económica y cultural de la familia Rutaceae.....	14
C.1.8 Fitoquímica de la familia Rutaceae.....	16
C.1.9 La familia Rutaceae en México.....	18
C.2 El género <i>Amyris</i> P. Browne.....	19
C.2.1 Antecedentes taxonómicos de <i>Amyris</i>	20
C.2.2 Morfología del género <i>Amyris</i>	21
C.2.3 Madera del género <i>Amyris</i>	21
C.2.4 Polinización en el género <i>Amyris</i>	22
C.2.5 Herbivoría en el género <i>Amyris</i>	22
C.2.6 Importancia económica del género <i>Amyris</i>	22
C.2.7 Fitoquímica del género <i>Amyris</i>	23
C.2.8 Distribución del género <i>Amyris</i>	24
D. Objetivos	25
E. Metodología	26
F. Resultados	29
F.1. El género <i>Amyris</i> en México.....	29
F.1.1 Distribución de las especies de <i>Amyris</i> en los tipos de vegetación de México.....	32

F.1.2 Distribución altitudinal de las especies de <i>Amyris</i> en México.....	34
F.1.3 Fenología de las especies de <i>Amyris</i> en México.....	35
F.2 Morfología de las especies mexicanas del género <i>Amyris</i>	37
F.2.1 Morfología vegetativa.....	37
F.2.2 Morfología reproductiva.....	38
F.2.3. Morfología de la superficie foliar.....	40
F.3 Tratamiento taxonómico.....	50
F.3.1 Listado de las especies de <i>Amyris</i> en México y sus sinonimias actualizadas.....	51
F.3.2 Clave para las especies mexicanas de <i>Amyris</i> P. Browne.....	52
F.3.3 Especies del género <i>Amyris</i> en México.....	54
<i>Amyris attenuata</i> Standl.....	54
<i>Amyris balsamifera</i> L.....	58
<i>Amyris carterae</i> Rebman et Chiang.....	63
<i>Amyris conzatti</i> Standl.....	66
<i>Amyris cordata</i> I.M. Johnst.....	68
<i>Amyris chiapensis</i> Lundell.....	72
<i>Amyris elemifera</i> L.....	76
<i>Amyris lurida</i> Lundell.....	84
<i>Amyris madrensis</i> S. Watson.....	86
<i>Amyris marshii</i> Standl.....	91
<i>Amyris monophylla</i> Brandegee.....	95
<i>Amyris purpusii</i> P. Wilson.....	99
<i>Amyris rekoii</i> Blake.....	103
<i>Amyris sylvatica</i> Jacq.....	107
<i>Amyris texana</i> (Buckl.) P. Wilson.....	112
<i>Amyris thyrsiflora</i> Turcz.....	117
G. Discusión.....	120
H. Conclusiones.....	125
Literatura citada.....	127

A. Resumen

El género *Amyris* P. Browne es un género americano de la familia Rutaceae que se caracteriza por especies que pueden ser glabras o indumentadas, carecen de espinas y presentan glándulas oleíferas en diferentes estructuras; presentan folíolos coriáceos, inflorescencias en panículas terminales y axilares, flores blanco-amarillentas con glándulas punteadas pardas en los pétalos, doble número de estambres con respecto al número de pétalos, una drupa carnosa con una semilla, ovario unilocular y estigma capitado. Se trata del segundo género mejor representado en el país después de *Zanthoxylum* L. dentro de la familia. La especie tipo es *Amyris balsamifera* L.

Este trabajo considera que hay 16 especies válidas del género *Amyris* presentes en México, en su mayoría de distribución restringida, de las aproximadamente 100 especies descritas del género según la TROPICOS *Missouri Botanical Garden database*. Las especies se distribuyen en 20 estados de la República, entre los 3 y 2500 m.s.n.m., en diversos tipos de vegetación, siendo el bosque tropical caducifolio y el bosque tropical perennifolio los más diversos con siete y seis especies respectivamente, sin embargo, áreas de matorral xerófilo tienen representación importante con cinco especies. Se reconocen 10 especies endémicas, lo que representa el 62.5% de las especies del género en México. Se presenta la lista de las especies consideradas válidas, su sinonimia, descripciones, una clave dicotómica para su identificación, datos ecológicos, mapa de su distribución geográfica, discusión sobre la morfología, comentarios taxonómicos y morfológicos sobre cada especie así como características de su micromorfología foliar. Se destaca la necesidad de lectotipificación de dos especies.

Dada la carencia de información sobre el género *Amyris* este trabajo contribuye sensiblemente al conocimiento del mismo en México, aportando información sobre la familia Rutaceae en el país.

B. Introducción

El género *Amyris* P. Browne es el segundo mejor representado en México dentro de la familia Rutaceae. Los trabajos realizados sobre el género hasta ahora, abarcan información sobre las especies presentes en Estados Unidos y Centroamérica. Este género tiene importancia comercial debido al aprovechamiento de la madera de algunas especies y el uso medicinal y en perfumería de sus aceites. No existía una clave de identificación para todas las especies del género en México; la de Standley (1923) no incluye a todas las especies.

Villaseñor (2004) considera que existen 15 especies del género *Amyris* presentes en México; de acuerdo a la CONABIO (2008) son 12. Después de la revisión de los herbarios y la consulta de la bases de datos electrónicas en la elaboración de este trabajo se encontraron inicialmente 20 especies que después de analizarse se redujeron a 16 por el establecimiento de sinonimias.

B.1 Área de estudio

México se encuentra entre los países megadiversos y la gran variedad de especies vegetales que alberga son resultado de varios procesos geológicos que han originado diversos sustratos; procesos biológicos como la especiación, la migración y dispersión y por su ubicación geográfica.

Los principales sistemas montañosos del país son cuatro: la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental, la Faja volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur. La Sierra Madre Occidental es la de mayor longitud y anchura (1250 km y 150 km en promedio respectivamente) y la más accidentada. Corre paralela a la costa del Pacífico y dentro de sus valles hay varios ríos que desembocan en este océano. La Sierra Madre Oriental separa el Altiplano Central de la Planicie costera del Noreste, sólo el 20% de ella supera los 2000 msnm y va desde el sur de Coahuila hasta el centro-oeste de Veracruz, al este de la Faja Volcánica Transmexicana. Esta última tiene una superficie de 289 000 km² y representa una de las extensiones volcánicas más grandes del mundo. Cruza el territorio nacional de costa a costa en dirección este-oeste, separa el Altiplano Central de la Depresión del Balsas y sus máximas elevaciones se encuentran entre los paralelos 19° y 20° de latitud norte, donde se ubican las cumbres más altas del país, como son: el Pico de Orizaba (la mayor elevación de México con 5,747 msnm), el volcán Popocatepetl (5,452 msnm), el volcán Iztaccíhuatl (5,146 msnm) y el

Nevado de Colima (5,625 msnm). Este sistema montañoso representa el más joven del país y se caracteriza por una meseta volcánica aún activa.

La Sierra Madre del Sur bordea la costa sur del Pacífico desde la Faja Volcánica Transmexicana hasta el Istmo de Tehuantepec y mide aproximadamente 1200 km de longitud con una elevación promedio de 2000 msnm (Challenger, 1998).

En el territorio mexicano predominan rocas volcánicas, sedimentarias marinas y metamórficas formadas en diferentes eras geológicas.

Las rocas volcánicas o ígneas afloran en extensiones considerables del noroeste, oeste y centro del país, dominando en Baja California Sur, a lo largo de toda la Sierra Madre Occidental y del Eje Volcánico Transversal así como en el Altiplano central y están totalmente ausentes en la península de Yucatán. Las rocas marinas sedimentarias son características de la Sierra Madre Oriental, de la península de Yucatán, la planicie costera Nororiental y las porciones noreste, centro y este del Altiplano. También se encuentran en los estados de Oaxaca, Puebla, Guerrero, Chiapas, Baja California, Nayarit, Sonora, Jalisco, Colima y Michoacán. Las margas, lutitas, areniscas calcáreas y calizas son las rocas sedimentarias más representativas en el territorio mexicano siendo estas últimas las más abundantes. Las rocas metamórficas son características de la Sierra Madre del Sur y de la Sierra Madre de Chiapas y también pueden encontrarse en áreas de los estados de Oaxaca, Guerrero y Estado de México. Entre las principales están las pizarras, gneis y esquistos (Rzedowski, 1981).

Existen varias cuencas hidrográficas que abarcan extensiones amplias como las cuencas de los ríos Yaqui, Fuerte, Mezquital, Lerma-Santiago y Balsas en la vertiente del océano Pacífico, las de los ríos Bravo, Pánuco, Papaloapan, Grijalva, Usumacinta y Nazas del lado del Golfo de México (Rzedowski, 1981).

México es un país de climas diversos los cuales se producen debido a factores como la influencia oceánica, producida por la estrechez de la masa continental, la ubicación latitudinal del país atravesando el Trópico de Cáncer, la ubicación de sus varios sistemas montañosos de altitudes diversas y la forma misma del país. En general predominan los climas secos sobre los húmedos y la superficie del país donde las plantas disponen de agua durante la mayor parte del año no rebasa el 15% de la superficie total del territorio. En México se encuentran todos los climas correspondientes a la clasificación de Köppen, con excepción del clima D (frío lluvioso) (Rzedowski, 1981).

B.1.1 Diversidad de plantas vasculares de México

La riqueza biológica de México reunida representa entre 65 y 70% de la biodiversidad global. La flora del país es una de las más variadas y complejas del planeta (CONABIO, 2008).

Rzedowski (1991) afirma que la diversidad de la vegetación en el territorio mexicano se refleja en la riqueza de: comunidades vegetales, formas biológicas, especies de plantas, combinación de elementos boreales y meridionales, endemismos y plantas cultivadas, semicultivadas y malezas.

Algunos grupos de organismos son muy complejos taxonómicamente y esto hace que en ocasiones se sobreestime el número total de especies válidas (CONABIO 2008). De acuerdo a Rzedowski (1991), la flora fanerogámica de México se constituye de aproximadamente 220 familias, 2,410 géneros y 22,000 especies. Villaseñor (2003) señaló que había 22,351 especies nativas de plantas vasculares en México y que de éstas el 56.6% eran endémicas. Un año después calculó un total de 23,424 especies de plantas vasculares, siendo las Dicotiledóneas (Clase Magnoliopsida) el grupo más diverso de todas las plantas vasculares en México (Tabla 1). En ese estudio también afirma que los bosques templados del país registran el mayor número de géneros (1,656), seguidos por los matorrales xerófitos (1,381), los bosques tropicales secos (1,276) y los bosques tropicales húmedos (1,244).

Tabla 1. Plantas vasculares nativas de México (Villaseñor, 2004)

	Familias	Géneros	Especies
Helechos y plantas afines	49	127	1,027
Gimnospermas	7	14	138
Monocotiledóneas	49	546	4,523
Dicotiledóneas		2,117	17,736
Total	304	2,804	23,424

Dentro de las familias con mayor número de especies en México se encuentran: Astereaceae con 3,021, Fabaceae con 1,274, Poaceae con 1,187, Orchidaceae con 1,145, Cactaceae con 946 y Euphorbiaceae con 782. La familia Rutaceae presenta 19 géneros y 104 especies nativas en México (Villaseñor, 2003).

C.1 Familia Rutaceae

La familia Rutaceae se ubica en el orden Sapindales (Angiosperm Phylogeny Group, 2009); a nivel mundial consiste de aproximadamente 153 géneros y 1800 especies (Simpson, 2006) y tiene una amplia distribución en el mundo, especialmente en las regiones tropicales aunque también se encuentra en zonas templadas cálidas; existen registros de su presencia entre los 0 y 3000 metros de altitud. Se encuentra especialmente bien representada en el Sur de África, Australia y Sudamérica. Los géneros más numerosos son *Zanthoxylum* (20-200 spp.), *Agathosma* (135-180 spp), *Ptelea* (70-75 spp.) y *Glicosmis* (50-60 spp.) (Zomlefer, 1994).

C.1.1 Características morfológicas de la familia Rutaceae

La familia tiene características morfológicas diversas y se compone de árboles, arbustos, lianas y raramente hierbas. **Hojas** unifoliadas, trifoliadas o pinnadas, algunas veces pinnatífidas, estípulas ausentes. **Inflorescencias** en cimas o racimos, raramente constituídas por flores solitarias; puede ser corimbosa o paniculada, axilar o terminal, o en ocasiones con una flor solitaria. **Flores** bisexuales o unisexuales, actinomorfas, hipóginas, rara vez epíginas, disco intraestaminal presente; cáliz típicamente de 4 a 5 sépalos, libres o connados en la base, frecuentemente glandulares e imbricados; corola de 4 a 5 pétalos, libres, generalmente blancos, verde-amarillentos o amarillos, glandulares, imbricados o valvados; androceo de 4 o 5 estambres, uniseriados, alternos con los pétalos, 8 o 10 a numerosos, biseriados, con el verticilo externo, opuesto a los pétalos, y más largo que el verticilo interno; filamentos libres o connados en la base, frecuentemente dilatados en la base; anteras dorsifijas, versátiles, con frecuencia el ápice glandular, dehiscentes longitudinalmente, introrsas; verticilo interno a veces reducido a estaminodios; gineceo sincárpico, raramente apocárpico, ovario súpero, carpelos usualmente 4 o 5 o varios, generalmente connados; en ocasiones con ovarios separados y carpelos sólo unidos por el estilo; estilo 1; estigmas varios; placentación axial; óvulos 1 a varios en cada lóculo. **Fruto**

una baya, cápsula, esquizocarpo, sámara, drupa o hesperidio. **Semilla** bitégmica, albuminosa, con tegmen traqueidal, mesotesta más o menos esclerosada (Modificado de Zomlefer, 1994, Judd, 2002 y Simpson, 2006).

Una característica primordial de los miembros de la familia Rutaceae es la presencia de glándulas secretoras que contienen aceites aromáticos en varios de sus tejidos y que en las hojas y el pericarpo se manifiestan como glándulas pelúcidas, constituyendo una evidencia de su monofilia (Simpson, 2006). Los tejidos también presentan cristales de oxalato de calcio (Zomlefer, 1994).

La familia presenta diversidad en cuanto a los tipos de fruto, ya que pueden encontrarse esquizocarpos, bayas, cápsulas, sámaras drupas o hesperidios, estos últimos con tricomas internos hinchados, llamados sacos de jugo (Simpson, 2006). La formación del endocarpo, que se lleva a cabo generalmente fuera de la capa dérmica más interna de la pared del ovario, es una característica común que une a los representantes de la familia. Como resultado de la diversidad morfológica de los frutos, ocurren también un gran número de tipos de semillas (Boesewinkel, 1977). Con frecuencia éstas están marcadas por una cicatriz del hilo a lo largo del margen central y son características una, dos o muchas semillas anátropas por carpelo (Tiffney, 1980). Los óvulos son, con pocas excepciones, bitégmicos, crassinucelados y anátropos o semianátropos con una tendencia a la campilotropía (Boesewinkel, 1977).

El hesperidio es el fruto típico del género *Citrus*, que tiene un gineceo sincárpico (seis carpelos o más); la cáscara representa el exocarpo duro, provisto de numerosas glándulas oleíferas, junto con un mesocarpo más delgado y más o menos carnoso. La pulpa carnosa se compone de los sacos de jugo, los cuales se proyectan desde la pared interna del ovario. En este género los segmentos comestibles (carpelos) están rodeados de membranas transparentes que representan al endocarpo (Zomlefer, 1994).

C.1.2 Antecedentes taxonómicos de la familia Rutaceae

La familia Rutaceae fue descrita por primera vez por Antoine-Laurent de Jussieu en 1789, en *Genera Plantarum*. Chase et al. (1999) menciona que Takhtajan, (1987, 1997), Dahlgren, (1989) y Thorne (1992) la ubicaron dentro del orden Rutales; y Cronquist, (1993) en el orden

Sapindales junto con las familias Simaroubaceae, Meliaceae, Cneoraceae y Ptaeroxylaceae, principalmente, debido a la ausencia de ductos de resina en la corteza, rayos de la madera y venas foliares y por la presencia de compuestos triterpenoides. Sin embargo, la familia Rutaceae se distingue de estas familias por la presencia de hojas con glándulas puntuadas, la producción de limonoides y, en la mayoría de las veces, la presencia de cavidades secretoras que contienen aceites aromáticos etéreos en el parénquima y el pericarpio. Un estudio realizado por Gadek *et al.* (1996) con datos del gen *rbcL* de los miembros de Sapindales apoyó la inclusión de la familia dentro de este orden (Chase, *et al.* 1999). Este estudio junto con los mencionados por Soltis (2005) hechos por Soltis *et al.* (2000) y Savolainen *et al.* (2000) muestran un buen soporte para la conformación del orden Sapindales, el cual se caracteriza por presentar diversos caracteres ampliamente distribuidos como son: consistencia de la madera, hojas compuestas, pinnadas, sin estípulas (en ocasiones palmaticompuestas, trifoliadas o unifoliadas) y generalmente con pequeñas flores tetrámeras o pentámeras con un disco nectarífero y partes del perianto imbricadas (Soltis, 2005).

El Angiosperm Phylogeny Group (2009) incluye a la familia Rutaceae dentro de Sapindales, que a su vez está incluido en el clado *Eurosides II*.

El reconocimiento y separación de subfamilias dentro de la familia Rutaceae ha sido una tarea compleja a través de los años y la filogenia permanece incompleta. Engler presentó en *Flora Brasiliensis* la primera clasificación infrafamiliar de la familia Rutaceae en 1874, con datos adicionales en *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* (1896, 1931) (Groppe, 2008). En el tratamiento taxonómico de 1931, realizado por Engler, se reconocen siete subfamilias: Rhabdodendroideae, Aurantioideae o Citroideae, Flindersioideae, Spathelioideae, Dictyolomatoideae, Rutoideae y Toddalioideae. Estas subfamilias fueron definidas principalmente por caracteres del gineceo, especialmente el tipo de fruto y el grado de connación y número de carpelos. En clasificaciones más recientes realizadas por Takhtajan, 1987; Dahlgren, 1989; Thorne, 1992 y Cronquist, 1993, la subfamilia Rhabdodendroideae fue excluida y posteriormente reconocida como familia Rhabdodendraceae y ubicada en diferentes ordenes según diversos autores (tabla 2) y actualmente esta ubicada en Caryophyllales. Un estudio químico de Wolter-Filho *et al.* (1985) reveló que *Rhabdodendron macrophyllum* carece de los metabolitos típicos de la familia Rutaceae (Chase, *et al.* 1999).

Diversos estudios han resultado en cambios en el reconocimiento de las subfamilias a través del tiempo como lo detalla Chase *et al.* (1999).

Groppo *et al.*, (2008) basado en dos regiones no codificantes del genoma del cloroplasto (intrón rps16 y región trnL-trnF) apoya la inclusión de *Cneorum* (de la familia monoespecífica Cneoraceae), toda la familia Ptaeroxylaceae (*Ptaeroxylon*, *Bottegoa* y *Cedrelopsis*) y el género *Harrisonia* de la familia Simaroubaceae como parte de Rutaceae y que junto con *Spathelia* y *Dictyoloma*, formarían la subfamilia Spathelioideae. Propone que el resto de las subfamilias reconocidas de Rutaceae formen una mayor subfamilia Rutoideae. También resalta que los caracteres tradicionales usados para delimitar a las subfamilias, como el grado de connación de carpelos, la dehiscencia del fruto, y la presencia o ausencia de endospermo no son útiles en el reconocimiento de subfamilias o tribus, lo que podría representar cambios en la metodología de trabajos futuros; en este sentido, da mayor importancia a la correlación de los clados con la distribución geográfica de los géneros.

Kubitsky (2011) propone la existencia de tres subfamilias: Rutoideae, Aurantioideae y Cneoroideae, cada una compuesta de varios agrupamientos informales llamados “Alianzas”.

La tabla 2 muestra los cambios en el reconocimiento de las subfamilias por los diversos autores a través del tiempo.

Tabla 2. Las subfamilias consideradas dentro de la familia Rutaceae a través del tiempo.

Modificado de: Chase et al. (1999), Groppo et al. (2008) y Kubitzky (2011)

<i>Autor</i>	<i>Subfamilia</i>						
	Aurantioideae	Dyctiolomatoidea	Flindersioideae	Rhabdodendroide	Rutoideae	Spathelioideae	Toddalioideae
Engler	Reconocida en 1896 y 1931. Sinónimo de Citroideae	Reconocida en 1896 y 1931	Reconocida en 1896 y 1931	Reconocida en 1896 y 1931	Reconocida en 1896 y 1931	Reconocida en 1896 y 1931	Reconocida en 1896 y 1931.
Takhtajan	Reconocida en 1987	Reconocida en 1987	Reconocida en 1987	Excluída de Rutaceae en 1987, reconocida como familia Rhabdodendraceae y ubicada en Rutales.	Reconocida en 1987.	Reconocida en 1987.	Reconocida en 1987.
Thorne	Reconocida en 1992	Reconocida en 1992	Reconocida en 1992	Excluída en 1992. Reconocida como familia Rhabdodendraceae en Rutales.	Combinada con Toddalioideae en 1992.	Reconocida en 1992.	Toddaloideae +Rutoideae (1992)

<i>Autor</i>	<i>Subfamilia</i>						
	Aurantioideae	Dyctiolomatoidea	Flindersioideae	Rhabdodendroideae	Rutoideae	Spathelioideae	Toddalioideae*
Dahlgren No reconoce subfamilias (1989)				Reconocida como Familia Rhabdodendraceae y ubicada en Rosales en 1989			
Hutchinson (1973)	Reconocida en 1973. Sinónimo de Citroideae	No tomada en cuenta	No tomada en cuenta. Inclusión del género <i>Flindersia</i> dentro de Rutoideae y del género <i>Chloroxylon</i> (el otro género de la familia) dentro de Meliaceae.	Reconocida en 1973.	Reconocida en 1973.	No tomada en cuenta	Reconocida en 1973.

<i>Autor</i>	<i>Subfamilia</i>						
	Aurantioideae	Dyctiolomatoidea	Flindersioideae	Rhabdodendroideae	Rutoideae	Spathelioideae	Toddalioideae
Cronquist No reconoce Subfamilias.			Incluida como Sinónimo de Rutaceae en 1993	Reconocida como familia Rhabdodendraceae e incluida en Rosales en 1988 y 1993.			
Chase et al. (1999)	Reconocida	Reconocida	Reconocida	Reconocida	Reconocida	Reconocida	Reconocida
Groppo et al. (2008)	No reconocida	No reconocida	No reconocida	No reconocida	Reconocida Confirmada por Rutoideae, Aurantioideae, Flindersioideae y Toddalioideae	Confirmada por , <i>Cneorum</i> (Cneoraceae) <i>Harrisonia</i> (Simaroubaceae) <i>Spathelia</i> , <i>Dictyoloma</i> y la familia Ptaeroxylaceae.	No reconocida
Kubitzky (2011) Propone a subfamilia Cneoroideae	Reconocida	No reconocida	No reconocida	No reconocida	Reconocida Confirmada por Rutoideae Flindersioideae y Toddalioideae	No reconocida	No reconocida

Modificado de: Chase et al. (1999), Groppo et al. (2008) y Kubitzky (2011)

C.1.3 Aspectos Paleobiológicos de la familia Rutaceae

Las semillas fósiles de la familia Rutaceae se conocen a partir del Eoceno temprano hasta en sedimentos del Holoceno y comprenden 60 especies de los géneros: *Caxtonia* (extinto), *Acronychia*, *Euodia*, *Fagara*, *Orixa*, *Phellodendron*, *Ruta*, *Ptelea*, *Spathelia*, *Toddalia* y *Zanthoxylum*. En 1974, Raven y Axelrod consideraron que las rutáceas tenían un origen anterior al Terciario, probablemente correspondiente al Cretácico tardío, y que estaban ampliamente distribuidas en ambos hemisferios para el Terciario temprano. Por otro lado en el Cretácico temprano existieron árboles rutáceos así como la existencia de inflorescencias con flores pequeñas. Las flores de color amarillo y blanco probablemente han existido desde el tiempo del origen de las angiospermas (Willemstein, 1987). Las inflorescencias pequeñas y el color blanco-amarillento de los pétalos de las flores son característicos del género *Amyris*.

Según Pan (2010) aunque las rutáceas han sido consideradas de origen Laurasiano y tienen un registro temprano y abundante en Europa, Asia y Norteamérica, África ha demostrado tener un buen registro desde el Cretácico principalmente en el norte de África, Camerún y Etiopía. Además los recientes estudios filogenéticos moleculares de las familias Meliaceae y Simaroubaceae, los probables grupos hermanos de la familia Rutaceae indican un origen que no está restringido sólo a Laurasia. Los estudios sobre las relaciones filogenéticas dentro de la misma familia, como los de Chase (1999) y Groppo (2008) sugieren que África tuvo un papel más importante en la historia evolutiva de la familia que el que se creía por al estudiar los taxones basales y algunos grandes grupos endémicos del continente como *Diosmeae* y *Ptaeroxylon*. Este tipo de resultados pueden ir revelándose para ésta y otras familias de angiospermas, conforme se aumente el estudio en el continente africano y los trópicos, el cual no ha sido tan extenso hasta ahora.

C.1.4 Polinización en la familia Rutaceae

Las especies de la familia son polinizadas principalmente por insectos, especialmente abejas y moscas que son atraídas por el distintivo olor de las flores y el néctar que producen. La polinización en la mayoría de los casos es cruzada, debido a que las flores son unisexuales o imperfectas y en flores bisexuales o perfectas porque las anteras y estigmas están separadas físicamente entre sí o maduran asincrónicamente. La autopolinización puede ocurrir también.

La reproducción asexual por agamosperma es frecuente en *Citrus*, *Murraya*, *Poncirus* y *Zanthoxylum* (Judd, 2002).

C.1.5 Dispersión en la familia Rutaceae

El tipo de dispersión de semillas llevado a cabo por los miembros de la familia no está bien estudiado. Las especies con frutos carnosos son dispersadas por mamíferos y aves y en otras como *Ptelea* la dispersión es realizada por el viento (Judd, 2002). En un estudio realizado por Auld et al. en Australia, las especies asociadas a bosque tropical dispersan las semillas ampliamente mediante frutos carnosos que son consumidos por aves y probablemente por mamíferos. Algunas especies presentan dispersión de las semillas a corta distancia por medio de hormigas. Existe también un alto nivel de latencia en las semillas liberadas. Los miembros de la familia tienden a presentar bancos de semillas en donde la germinación está ligada al fuego ya que el calentamiento del suelo durante un incendio es un mecanismo para romper la latencia y permitir la germinación. En especies de bosque tropical o de los márgenes en donde la naturaleza de los posibles bancos de semillas es desconocida (Auld, 2001).

C.1.6 Herbivoría en la familia Rutaceae

Algunos metabolitos secundarios producidos por las especies de la familia sirven como defensa para evitar ser consumidas por insectos como se ha observado en estudios con *Skimmia japonica*, *Dictamnus albus* o *Citrus*. Sackett (2000) encontró que las furanoquinolinas skimmianina y dictamnina y la furanocumarina 8-metoxipsoraleno resultan un elemento disuasivo para larvas de *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) y la skimmianina lo es también para *Trychoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). Los lepidópteros que incluyen a especies de Rutaceae en su dieta son considerados especialistas para esta familia. Un ejemplo es el género *Papilio* cuyas especies son huéspedes que consumen sus hojas. Según Mao et al. (2006) esta asociación se da principalmente con rutáceas que contienen furanocumarinas. Estos compuestos también pueden ser tóxicos o disuasivos para las larvas de ciertos lepidópteros generalistas. Otros terpenoides de la familia como los limonoides también son tóxicos o

disuasivos para ciertos lepidópteros y terpenoides de *Citrus* lo son para dos especies de escarabajos de la superfamilia Curcolonioideae (Coleoptera), (Sackett, 2000).

C.1.7 Importancia económica y cultural de la familia Rutaceae

Varios de los miembros de la familia son de importancia económica; los frutos de los géneros *Citrus*, *Fortunella* y *Casimiroa* (zapote blanco) son cultivados y consumidos. Los compuestos resinosos característicos de la familia Rutaceae son inflamables, por lo que la madera de algunos géneros como *Amyris* es usada como combustible y en antorchas (Judd, 2002). Por sus aceites y/o alcaloides destacan los géneros *Pilocarpus*, *Ruta* y *Zanthoxylum* que tienen uso medicinal. Los estudios fitoquímicos de varios géneros de la familia han dado como resultado la obtención de compuestos útiles para la prevención de enfermedades, como el cáncer, por la amplia diversidad de metabolitos secundarios que producen.

También se les da un uso ornamental a las especies de árboles y arbustos de aproximadamente 50 géneros como *Boronia*, *Choysia*, *Murraya*, *Ptelea*, *Phellodendron*, *Poncirus*, *Severinia*, *Skimmia* y *Thriphasia* (Zomlefer, 1994).

El aceite esencial de *Citrus sinensis* (aceite de naranja, *Oleum aurantii*), ha sido utilizado como agente saborizante y en perfumería; el aceite esencial de limón de *Citrus limon*, *C. limonia* y *C. medica* (*Oleum limonis*) es carminativo y se ha utilizado como agente saborizante y la cáscara seca de *Citrus aurantium* (*Aurantii cortex siccatus*) ha sido usada también con estos fines; el aceite de *Ruta graveolens* se ha utilizado en contra de espasmos y para promover la menstruación aunque puede producir irritación de la piel (Wiart, 2006).

Un ejemplo de alcaloide de la familia Rutaceae de utilidad farmacéutica es la pilocarpina de *Pilocarpus jaborandi*, el cual es un imidazol que se ha utilizado para el tratamiento del glaucoma (Wiart, 2006).

La familia ha sido objeto de interés por sus propiedades antineoplásicas para tratamientos anticancerígenos debido a su capacidad para desarrollar series citotóxicas de benzofenantridina y alcaloides derivados de la acridina, tales como la pirano-acridona y acromicina, derivada de *Achronychia baueri*. Otro alcaloide derivado de la acridina es la amsacrina, la cual actúa como inhibidora de la topoisomerasa II y se ha utilizado en el tratamiento de linfomas malignos y leucemia aguda en adultos.

En la región Asia-Pacífico destacan alrededor de 120 especies de Rutaceae que tienen utilidad en el tratamiento de algunas enfermedades, siendo el género *Zanthoxylum* uno de los principales. Por ejemplo, *Zanthoxylum bungei* que contiene cloruro de queleritrina, el cual inhibe la agregación de plaquetas en el conejo; la queleritrina se encuentra ampliamente distribuida en la familia Papaveraceae y ha sido reportada como inhibidora de la actividad enzimática de la proteína Quinasa C y como inductora de efectos de inhibición de crecimiento celular por inducción de apoptosis en varias líneas celulares cancerígenas. La planta también se usa como astringente, estimulador de la menstruación y como antihelmíntico. Otro ejemplo es *Zanthoxylum schinifolium* cuyo aceite esencial destilado de los folículos se ha utilizado para inducir apoptosis de la línea de carcinoma hepatocelular HepG2 en humanos y ha inhibido el desarrollo de tumores en ratones inoculados con células humanas de hepatoma Huh-7. La fagarina y nitidina producidas por especies del género *Zanthoxylum* representan dos de las más potentes benzofenantridinas antitumorales. Ambos alcaloides han mostrado actividad inhibitoria de la topoisomerasa (Wiart, 2006).

En la región Asia-Pacífico, los frutos de *Zanthoxylum ailanthoides* son consumidos para promover la digestión, como tónico, para tratar diarreas, mareos por exposición al sol, leucorreas, disentería y contra algunos envenenamientos; se utiliza una infusión con las hojas para aliviar resfriados. Los folículos secos de *Zanthoxylum piperitum* se utilizan para estimular la digestión, para tratar la malaria, disentería, espermatorrea, galactorrea y como tónico; las semillas se consumen para estimular la micción, en tratamientos de edemas, riñones, vejiga y de asma. Los folículos de *Zanthoxylum schinifolium*, se utilizan para tratar el asma, la tos y la inflamación de las glándulas mamarias; una pasta con base en las hojas se utiliza para contusiones (Wiart, 2006).

C.1.8 Fitoquímica de la familia Rutaceae

La familia Rutaceae es una de las principales familias de angiospermas que producen metabolitos secundarios, los cuales han sido usados en la industria y en fitotaxonomía. Estos metabolitos poseen actividad biológica importante como puede ser actividad vitamínica, antitumoral, citotóxica y de fotosensibilidad (Lewis, 1982).

Los metabolitos conocidos como aceites esenciales o volátiles se presentan en aproximadamente 2000 especies de 87 familias siendo las familias Rutaceae, Apiaceae, Asteraceae, Lauraceae, Lamiaceae, Myrtaceae y Pinaceae las principales productoras. y dependiendo de la familia, se secretan en distintas estructuras especializadas (D'Amelio, 1998).

La familia Rutaceae así como Apocynaceae, Rubiaceae, Loganiaceae y Convolvulaceae también produce alcaloides con sustituyentes indol que influyen en la neurotransmisión serotoninérgica, y son importantes por su potencial para tratamientos de depresión aguda (Wiart, 2006).

Se han caracterizado alrededor de 200 y la mayoría parece derivar del ácido cinámico. Se trata de compuestos que se encuentran naturalmente y que poseen un núcleo 2H-1-Benzopiran-2-ona y los diferentes tipos tienen orígenes biogenéticos distintos; pueden ser simples o complejos según los sustituyentes que presenten. Se han clasificado en cumarinas simples (55%), furanocumarinas (28%) y piranocumarinas (11%); estos tipos también se han encontrado en las familias Leguminosae, Moraceae, Meliaceae y Umbelliferae. Están presentes en los diferentes géneros están presentes en distintas partes de la planta: tallo, hojas, flores, corteza y raíces, así como en semillas y frutos en el género *Citrus*. Han proveído datos de utilidad taxonómica, por ejemplo la similitud entre las cumarinas de las familias Rutaceae y Umbelliferae, ha llevado a suponer una cercanía filogenética entre ellas. (Waterman, 1975).

Se ha estudiado el efecto de las cumarinas en animales y los resultados han mostrado efectos vasodilatadores, diuréticos, de actividad antibacterial, anticoagulante y de estimulación respiratoria. Se ha encontrado actividad tóxica en algunas de ellas, como en la

rutamina, helietina y xantyletina. Se sabe que las furanocumarinas son activas contra algunos hongos y se ha sugerido que pueden ser utilizadas por algunas especies de *Citrus* para combatir el marchitamiento que algunos de ellos provocan.

Los metabolitos secundarios del género *Citrus* representan características distintivas que separan a los frutos dentro del género y de otros tipos de frutos. Respecto al mismo, se ha prestado mayor atención en los limonoides y flavonoides, por sus propiedades de sabor. Los estudios de estas sustancias han producido valiosa información que proporciona una visión sobre el origen de los constituyentes de los frutos y sobre los cambios que éstos experimentan durante su desarrollo (Maier, 1982).

Dentro de las angiospermas es raro encontrar alcaloides derivados del ácido antranílico, cuya distribución además de la familia Rutaceae es restringida (Simaroubaceae, Ranunculaceae, Compositae y Zygophyllaceae). Por otro lado, en Rutaceae los alcaloides derivados de la isoquinolina son químicamente un grupo uniforme y se encuentran en los géneros *Zanthoxylum*, *Phellodendron* y *Toddalia*. Las quinazolininas son alcaloides que también se hayan en un reducido número de familias de angiospermas además de la familia Rutaceae (por ejemplo en Zygophyllaceae, Saxifragaceae y Acanthaceae). Se han encontrado aminas derivadas de la tiramina en las hojas y fruto de *Citrus reticulata* y *Citrus sinensis*, mientras que aminas derivadas de la triptamina se han encontrado en las especies *Vepris ampody* y *Murraya exotica* (Waterman, 1975).

Respecto a las amidas, se encuentran dos grupos principales de ellas en la familia; el mayor de ellos son sustancias formadas por la condensación de tiramina con ácido, ya sea benzóico o cinámico. El segundo grupo, el cual incorpora un grupo de isobutilamina se encuentra en los géneros *Zanthoxylum* y *Euodia*. Se ha encontrado que la mas común de éstas, la fagaramida, es muy similar a las amidas de la familia Piperaceae. Otros alcaloides son exclusivos de la familia Rutaceae, como las acridonas, carbazoles e imidazoles. Las furoquinolinas son alcaloides ampliamente distribuídos dentro de la familia (Waterman, 1975).

Los flavonoides son compuestos que se presentan con algunas estructuras variadas dentro de la familia y se ha encontrado que esos patrones pueden ayudar a revelar las relaciones taxonómicas a nivel de la misma (Harborne, 1982).

C.1.9 La familia Rutaceae en México

De acuerdo con Villaseñor (2003) la familia Rutaceae tiene 19 géneros y 104 especies nativas en México. Los géneros y el número de especies de Rutaceae en el país se enlistan en la siguiente tabla (Villaseñor, 2004):

Tabla 3. Los géneros de Rutaceae y su número de especies en México.

Género	Número de Especies
<i>Zanthoxylum</i> L.	41
<i>Amyris</i> P. Browne	15
<i>Esenbeckia</i> Kunth	11
<i>Casimiroa</i> La Llave	8
<i>Choisya</i> Kunth	5
<i>Thamnosma</i> Torr. et Frem.	5
<i>Helietta</i> Tul.	3
<i>Decatropis</i> Hook. f.	2
<i>Galipea</i> Aubl.	2
<i>Megastigma</i> Hook. f.	2
<i>Pilocarpus</i> Vahl	2
<i>Ptelea</i> L.	2
<i>Stauranthus</i> Liebm.	2
<i>Cneoridium</i> Hook. f.	1
<i>Decazyx</i> Pittier et S.F.Blake	1
<i>Ertela</i> Adans	1
<i>Erythrochiton</i> Nees et. Mars	1
<i>Peltostigma</i> Walp.	1
<i>Polyaster</i> Hook. f.	1

Las especies de Rutaceae se distribuyen a lo largo y ancho del territorio mexicano siendo Chiapas el estado con mayor cantidad de especies y Chihuahua, Zacatecas y Tabasco los que presentan sólo una especie según datos de la CONABIO (2008).

C.2 El género *Amyris* P. Browne

De acuerdo a Gerau (1991) el género *Amyris* se ha ubicado dentro de la subtribu Amyridinae de la tribu Toddalieae, perteneciente a la subfamilia Toddalioideae de la familia Rutaceae, junto con los géneros *Stauranthus* Liebm. y *Teclea* Del. ha sido ubicado en la subfamilia *Toddalioideae*, junto con *Zanthoxylum*, *Casimiroa*, *Phellodendron* y sus parientes (Judd, 2002), los cuales se reconocen por sus frutos con endocarpo fibroso, generalmente formando folículos, cápsulas o drupas (Chase, et al. 1999).

Las especies del género *Amyris* pueden ser glabras o indumentadas, carecen de espinas y presentan glándulas oleíferas en sus diferentes estructuras, lo cual es distintivo de los miembros de la familia. Se caracterizan por presentar el doble número de estambres con respecto a los pétalos, los cuales son blanco-amarillentos, inflorescencias en panículas terminales y/o axiales, una drupa carnosa con una semilla, ovario unilocular y estigma capitado. La especie tipo es *Amyris balsamifera* L.

En México el género había sido documentado por Standley (1923) quien reconoce a ocho especies: *A. monophylla* Brandegees, *A. rekoii* Blake, *A. madreensis* S. Watson, *A. purpusii* P. Wilson, *A. balsamifera* L., *A. texana* (Buckl.) P. Wilson, *A. sylvatica* Jacq. y *A. thyrsiflora* Turcz, en una clave dicotómica basada principalmente en las características de los foliolos.

C.2.1 Antecedentes taxonómicos de *Amyris*

El género *Amyris* fue descrito por Patrick Browne en *The Civil and Natural History of Jamaica* de 1756. El nombre *Amyris* (de α , intensivo y *myron*, bálsamo) (Don, 1831) hace referencia a las propiedades balsámicas de las plantas de este género. *Amyris* se encontraba anteriormente unido con Burseraceae (Sargent, 1891). Don (1831) habla del orden Amyrideae, el cual mencionó que tenía características de *Terebinthaceae* pero que sus cualidades se asemejaban más a *Burseraceae*; y explica que dada la presencia de glándulas con aceites

resinosos así como la inserción hipógina de los estambres y pétalos, se aproximaba más a Aurantiaceae. De acuerdo a Sargent (1891), Hooker lo mantuvo dentro de esa familia en *Genera Plantarum*, pero sugirió que podría ser unido más propiamente a Aurantieae, dentro de la familia Rutaceae. Triana y Planchon adoptaron este punto de vista, señalando que la flor y fruto de *Amyris* y *Glycosmis* eran tan similares que no podían estar separados, y que si *Glycosmis*, a pesar de su estilo corto y persistente, permanecería en la familia Rutaceae, era necesario que *Amyris* también se ubicara dentro de la misma familia. Sin embargo, el género está ampliamente separado geográficamente de otras Aurantieae, las cuales “están confinadas al viejo mundo y carecen de la goma resinosa propia de *Amyris*” (Sargent, 1891).

Urban (1896) consideró dos secciones dentro del género *Amyris*: *Euamyris*, que comprende plantas con flores tetrámeras, hermafroditas, con pétalos divaricado-extendidos o reflexos durante la antesis; y *Amyridastrum*, que comprende plantas de flores trímeras, imperfectas, dioicas y pétalos erectos y donde ubicó sólo a la especie *Amyris trimera* Kr. et Urb. Engler (1931) considera esta división e incluyó al género en la subtribu Amyridinae, tribu Toddalieae de la subfamilia Toddalioideae, junto con el género africano *Teclea* Delile con base a la reducción a un solo carpelo y semillas sin endospermo. Fernandes Da Silva et al. (1988) en su análisis de fitoquímica sistemática para la familia Rutaceae, menciona que estas características han sido consideradas una convergencia filética, dado que existen diferencias morfológicas significativas entre ambos géneros y en especial por la total diferencia química entre ellos. *Teclea* contiene quinolonas mientras que *Amyris* posee una diversificación de cumarinas (ausentes en *Teclea*) y es posicionado en la llamada tribu *Amyris* de la subfamilia Rutoideae *sensu lato* junto con *Stauranthus*.

La inclusión de *Amyris* en la subfamilia Toddalioideae, ha predominado en el tiempo aunque recientemente Kubitsky (2011) lo incluyó dentro de la Alianza *Amyris*, ubicada en la subfamilia Rutoideae en un intento de reordenamiento de las subfamilias de Rutaceae; el cual, a decir del autor, es presentado así debido a la carencia de información adecuada para proponer un arreglo taxonómico basado en estudios filogenéticos.

Amyris no se ha incluido en los trabajos de filogenia molecular de la familia Rutaceae que se han hecho hasta ahora, por lo que es necesario incluirlo en futuras investigaciones para contar con mayor información sobre su ubicación.

C.2.2 Morfología del género *Amyris*

El género se compone de **árboles o arbustos** sin espinas y con madera resinosa, fragante. **Tallos** glabros o pubescentes. **Hojas** opuestas o alternas, pinnadas o a veces unifolioladas; folíolos enteros o crenulados, con frecuencia 3-5 (raramente 1-folioladas), con glándulas en los folíolos; pecíolos alados o no, el raquis a veces alado. **Inflorescencias** en panículas terminales o axilares, con pocas o numerosas flores, yemas florales obovadas o globosas. **Flores** perfectas, raramente unisexuales, actinomorfas, blancas o blanco-amarillentas, usualmente tetrámeras (raramente tri o pentámeras), pediceladas, 2-bracteadas, hipantio urceolado; cáliz persistente, cupuliforme, con glándulas; sépalos 4-5, connados; pétalos 4, libres, imbricados, oblanceolados, blancos o crema, con glándulas; estambres libres, el doble en número que los pétalos, insertados en la base del disco o del ovario; anteras ovadas a oblongas, introrsas, longitudinalmente dehiscentes; disco intraestaminal pulvinado, similar a un ginóforo, presente o ausente; gineceo unicarpelado, estigma capitado a subcapitado discoide; ovario unilocular con dos óvulos colaterales, suspendidos del ápice del lóculo; estilo muy corto y terminal o ausente. **Fruto** una drupa globular, elipsoidal obovada, con glándulas aromáticas, cerosa, negra o rojiza, en ocasiones glauca. **Semillas** solitarias, péndulas, con testa delgada, membranosa, carente de endospermo; cotiledones plano-convexos, carnosos y con glándulas, con una radícula corta y superior (Modificado de Standley, 1946, Brizicky, 1962 y Pool, 2001).

C.2.3 Madera del género *Amyris*

Record (1940), basado en ejemplares de *Amyris balsamifera*, *A. diatrypa*, *A. elemifera*, *A. lineata*, *A. simplicifolia* y *A. sylvatica* describe a la madera como de aspecto aceitoso y lustroso, olor fragante o en ocasiones desagradable, con sabor resinoso y textura fina y uniforme; el material muy aceitoso es resistente a la descomposición. Los poros son diminutos, entre 45 a 80 micras, dispuestos en cadenas múltiples y radiales. Los vasos contienen material de goma amarilla, los rayos son uniseriados, generalmente menos de 10 o hasta 20 células de alto, homogéneos. El parénquima es abundante en bandas concéntricas y angostas que parecen delimitar crecimiento estacional. Presenta hebras cristalinas numerosas y las fibras de la madera tienen paredes gruesas.

C.2.4 Polinización en el género *Amyris*

El género *Amyris* presenta flores pequeñas de color blanco-amarillentas dispuestas en panículas terminales y axilares lo cual sugiere una polinización llevada a cabo por insectos como las abejas. Asimismo el néctar y olor característico sugieren este tipo de polinización.

C.2.5 Herbivoría en el género *Amyris*

El aceite esencial de *Amyris balsamifera*, rico en sesquiterpenos y elemol, ha demostrado un considerable efecto repelente y tóxico para los artrópodos (Gretchen, 2009). Es necesario conocer el efecto que pueden tener las características de las inflorescencias del género (como tamaño, tipo y altura) sobre el grado de herbivoría.

Se ha reportado consumo de los frutos de *Amyris texana* por diferentes tipos de aves y pequeños mamíferos en Florida, lo que sugiere que estos consumidores pueden presentarse también para las demás especies, ya que las drupas son muy similares entre sí.

C.2.6 Importancia económica del género *Amyris*

Según Record (1940) el género ha sido de importancia por el aprovechamiento de su madera resinosa, la cual es de gran calidad, pero escasa para una comercialización a gran escala. Por su naturaleza resinosa se utiliza localmente como combustible, fabricación de antorchas y pequeños muebles. Venezuela era en ese momento el único país exportador de la madera, la cual era llevada a Alemania en pequeñas cantidades, de forma de troncos pequeños y ramas. Las primeras exportaciones hacia Estados Unidos eran con el nombre de “*West Indian*” o “*Sandalwood*” o “*Venezuelan Sandalwood*” el cual cambió posteriormente a “*Amyris Wood*”. Se puede encontrar el nombre común de “*Torchwood*” para las especies de Estados Unidos donde se sigue utilizando para fabricación de algunos muebles y como combustible.

El género también ha sido reconocido por la comercialización de su resina llamada “elemi” (también se ha obtenido de especies del género *Protium* en el continente americano, el género *Canarium* en África y el género pantropical *Dacryodes*, todos pertenecientes a la familia Burseraceae, (Langenheim, 2003)) que produce un 30% de

aceite etéreo después de la destilación y es la fuente del alcaloide amirina ($C_{30}H_{49}OH$) (Record, 1940). El aceite obtenido mediante exudaciones de resina a través de incisiones en la corteza; éste se ha utilizado en la producción de barnices, inciensos y se le han adjudicado propiedades antiinflamatorias (Langenheim, 2003).

C.2.7 Fitoquímica del género *Amyris*.

El género *Amyris* es de importancia fitoquímica dada la variedad de compuestos que presenta. De los estudios fitoquímicos realizados para el mismo se han aislado cumarinas, sesquiterpenos, triterpenos, lignanas, 2,5-diariloxasoles, feniletílamidas, estirilamidas, precursores biogénicos de los oxasoles. Se han utilizado plantas de este género en la medicina popular, contra irritación de la piel, como vermífugos o antihelmínticos, contra la fiebre y como antitusivos, mientras que los extractos en alcohol han presentado actividad citotóxica y fungicida (de la Fuente, et al. 1991).

Como ejemplos de sustancias extraídas de especies del género se pueden mencionar las nicotidamidas aisladas de *Amyris plumeri*, una serie de cumarinas y piranocumarinas de *Amyris simplicifolia*, *A. madrensis*, *A. marshii* y *A. barbata*; las cumarinas marmesina y xantiletina y compuestos nitrogenados de *A. brenesii*. El género presenta además especies con actividad biológica, por ejemplo *Amyris brenesii* presenta actividad antifúngica, *Amyris pinnata* actividad citotóxica y *Amyris barbata* se ha utilizado en medicina popular para tratar enfermedades de la piel (Chavarría, 2008).

De *Amyris elemifera* se ha extraído la taxalina (oxazol), la cual presenta gran actividad antibacterial contra *Mycobacterium tuberculosis* y otras dos especies de este género. Extractos obtenidos de raíz y resina de *A. elemifera* y de otras especies del género se han utilizado como expectorantes. La resina fragante de esta especie se ha utilizado en la producción de medicinas y barniz (Nelson, 1994).

El aceite esencial de *A. balsamifera* se ha utilizado como fijador de perfume en jabones (de la Fuente, 1991), como saborizante de ciertas comidas orientales y licores (Burdock, 1997). La destilación de vapores aromáticos de la madera de esta especie produce un aceite esencial, amarillo pálido, ligeramente viscoso, siendo sus constituyentes principales el β -carofileno *d*-cadineno, betanol y furfural (Burdock, 1997).

Las cromeno-amidas son compuestos que se han aislado de *Amyris texana* y *Amyris plumieri*, encontrándose propiedades anticancerígenas en algunas de ellas. Badal (2010) encontró cuatro cromeno-amidas aisladas de *Amyris plumieri* que desplegaron potente actividad inhibitoria contra la enzima CYP1, la cual actúa como activadora de procarcinógenos, una de ellas, la amida CA3, demostró citotoxicidad contra la línea celular de cáncer mamario, mientras que la amida CA2 demostró citotoxicidad contra las seis enzimas CYP probadas en ese estudio. La relación estructura-actividad de estos compuestos puede proveer información útil para la identificación de otras cromeno-amidas con esta actividad quimioprotectora y preventiva por lo que estudios fitoquímicos dentro del género serán valiosos.

C.2.8 Distribución del género *Amyris*

El género cuenta con aproximadamente 100 especies descritas (TROPICOS, *Missouri Botanical Garden database*) que se distribuyen desde las Antillas, Texas y Florida hasta Bolivia y Haití. Se desarrollan mayormente en bosque tropical caducifolio, bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña y bosque de galería, entre los 3 y 2500 metros sobre el nivel del mar.

D. Objetivos

Objetivo General:

-Contribuir al conocimiento de las especies mexicanas del género *Amyris* P. Browne, de la familia Rutaceae y de esta forma contribuir al conocimiento de la flora de México.

Objetivos Particulares:

- Determinar la lista de especies del género *Amyris* presentes en México.
- Elaborar la descripción estandarizada de las especies de *Amyris* en México con base en caracteres morfológicos.
- Presentar la clave dicotómica de identificación para las especies del género en México.
- Identificar algunas características micromorfológicas foliares de las especies mexicanas del género con el fin de reconocer su utilidad para la identificación y separación de las especies.

E. Metodología

- Se consultó la bibliografía relacionada con *Amyris*, descripciones originales, trabajos florístico-taxonómicos e información respecto a aspectos de la estructura vegetativa, reproductiva y fitoquímica disponible. La información obtenida sobre el género fue muy escasa y sin actualizar; principalmente se encontraron datos para la familia. Se partió desde definir cuántas y cuales especies están presentes en el país comenzando con la revisión del trabajo de Standley (1923), que se completó con la revisión de herbarios y la base de datos electrónica TROPICOS Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org). La consulta de descripciones y referencias antiguas fue necesaria y se consiguió con la ayuda de solicitudes hechas a través del herbario de la Facultad de Ciencias (FCME) y mediante la consulta de las páginas electrónicas www.biodiversityheritagelibrary.org y www.botanicus.org.
- Se hizo la consulta de las colecciones de herbarios revisando los ejemplares del género disponibles con los siguientes fines:
 - a) Elaborar una base de datos con información sobre distribución, tipos de vegetación, fenología, intervalos altitudinales, en los que se desarrollan las especies en México; así como el tamaño, hábito, color de flores y frutos, usos y nombres locales de las plantas. Se incluyeron nombres de las localidades de colecta, municipios, coordenadas geográficas, y colectores.
 - b) Hacer una lista preliminar de las especies de México.
 - c) Realizar las mediciones de las estructuras vegetativas de las especies.
 - d) Obtener un panorama sobre la variación morfológica de las especies.
 - e) Reconocer los problemas nomenclaturales del género en México.

Fueron consultados los herbarios que se enlistan a continuación:

CHAP: Herbario-Hortorio, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México.

CHAPA: Herbario-Hortorio, Colegio de Postgraduados, Chapingo. Estado de México.

CICY: Herbario, Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. Mérida,
Yucatán.

ENCB: Herbario, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico
Nacional. D.F.

FCME: Herbario de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de
México. D.F.

IEB: Herbario del Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán.

MEXU: Herbario Nacional, Departamento de Botánica, Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México. D.F.

SERBO: Herbario de la Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca.
Oaxaca.

UAMIZ: Herbario Metropolitano de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
Iztapalapa. D.F.

UACAM: Herbario, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche.

XAL: Herbario, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz.

- Se redeterminaron algunos de los ejemplares, actualizando su nomenclatura.
- Se consultaron los tipos disponibles en herbario y en la *JSTOR Plant science database*
- Se consultaron imágenes y datos en línea de los siguientes herbarios:

ARIZ : University of Arizona Herbarium, U.S.A.

CAS : California Academy of Sciences Herbarium, U.S.A

F: John G. Searle Herbarium, Field Museum of Natural History, Chicago, U.S.A

G: Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Gêneve, Ginebra, Suiza.

GH: Gray Herbarium of Harvard University, Cambridge, Massachussetts, U.S.A

K: Kew Herbarium, Royal Botanical Gardens, Richmond, U.K.

LL: Lundell Herbarium, University of Texas Herbarium, Austin, Texas, U.S.A.

MO: Missouri Botanical Garden´s Herbarium, St. Louis Missouri, U.S.A.

SD: San Diego Natural History Museum Herbarium, San Diego, CA. U.S.A.

TEX: Herbarium of the University of Texas, Austin, Texas, U.S.A.

UC: University of California Herbarium. Berkeley, California, U.S.A.

US: United States National Herbarium, Washington, U.S.A

- Con los datos obtenidos se elaboraron gráficas y tablas sobre información ecológica y de distribución del género en México.
- Se elaboró el mapa de distribución de las especies con los datos de colectas de herbarios utilizando el software ArcMap 9.3.1. La información de coordenadas geográficas faltante de los datos de colecta para la elaboración de dicho mapa, se obtuvo de la base de datos del Archivo histórico de localidades del INEGI en el siguiente recurso electrónico: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/archivohistloc.aspx>
- Se elaboró la descripción de las especies, de acuerdo a las mediciones obtenidas del trabajo de herbario, las descripciones originales y trabajos florísticos, siguiendo el formato de la flora de Guerrero, ordenándolas alfabéticamente. La terminología de la descripción de la forma de los folíolos se basa en el Manual of Leaf Architecture - morphological description and categorization of dicotyledonous and net veined monocotyledonous angiosperms by Leaf Architecture working group (1999).
- Se elaboró la clave de identificación de las especies de *Amyris* presentes en México con ayuda de las mediciones recabadas en los herbarios, las descripciones elaboradas a partir de ellas para este trabajo y las descripciones originales, sobre todo en el caso de carencia de ejemplares.
- Con el fin de conocer la utilidad de caracteres micromorfológicos en hojas para la diferenciación de las especies, se revisaron fragmentos provenientes de ejemplares herborizados (Anexo), en el microscopio electrónico de barrido. Se montaron dos fragmentos de folíolos (uno para la revisión del haz y el otro para el envés) de 5 x 5 mm aproximadamente en portamuestras de aluminio sobre cinta conductiva de carbón de doble cara. Estas muestras fueron cubiertas con oro en una ionizadora Dentum Vacuum Desk II, observadas y fotografiadas utilizando el microscopio electrónico de barrido Jeol JSM-5310LV.
- Se estimaron la longitud del aparato estomático de las diferentes especies y la frecuencia estomática a partir de las imágenes obtenidas en el microscopio electrónico de barrido.

F.1 El género *Amyris* P. Browne en México

El género *Amyris* se distribuye en 20 estados de la República Mexicana (Tabla 4, figura 5). De acuerdo al modelo de Ramírez (1995), las especies están enlistadas en orden alfabético y los estados agrupados según su distribución a lo largo de las vertientes del Pacífico (verde), Atlántico (azul), y centro del país (rojo), lo que permite visualizar los límites N y S y las áreas con mayor y menor número de especies. En negritas se destacan las especies consideradas hasta ahora como endémicas. Éstas representan el 62.5% de las especies de *Amyris* en México. No existen especies del género (ni hasta ahora de la familia Rutaceae) dentro de la NOM 059.

Se aprecia que existe un mayor número de especies (11) en la vertiente del Pacífico, el número disminuye en el centro del país con cinco especies presentes y aumenta en la vertiente del Atlántico con ocho especies. Lo que indica que en las zonas áridas y semiáridas del país la presencia de *Amyris* es menor. Los estados con el mayor número de especies son Chiapas y Veracruz que presentan cinco especies, y los de menor número son Baja California, Colima, Guanajuato, Nayarit, Querétaro, y Yucatán con una especie.

La especie que se distribuye más ampliamente es *Amyris madrensis* S. Watson, que está presente en ocho estados. Le sigue *A. sylvatica* Jacq. en siete estados. De ellas *A. sylvatica* abarca una distribución más amplia al este, oeste y sur mientras que la distribución al norte de *A. madrensis* es mayor.

Las especies que presentan la menor distribución son *A. cartereae* Rebman et Chiang, *A. konzatti* Standl., *A. cordata* I.M.Johnst., *A. lurida* Lundell, *A. purpusii* P. Wilson y *A. thyrsiflora* Turcz. presentes sólo en un estado. Todas ellas hasta ahora consideradas endémicas.

Tabla 4. Distribución geográfica de las especies de *Amyris* en México

Sp.	B.C.	Son.	Sin.	Nay.	Jal.	Col.	Mich.	Oax.	Chis.	Coah.	N.L.	Qro.	Gto.	Pue.	Tamps	S.L.P	Ver.	Camp.	Q.roo	Yuc.
<i>A. attenuata</i>									●								●		●	
<i>A. balsamifera</i>		●	●		●			●	●											
<i>A. carterae</i>	●																			
<i>A. chiapensis</i>									●											
<i>A. conzatti</i>								●												
<i>A. cordata</i>															●					
<i>A. elemifera</i>									●								●	●	●	●
<i>A. lurida</i>			●																	
<i>A. madreensis</i>						●				●	●	●	●		●	●	●			
<i>A. marshii</i>			●							●	●									
<i>A. monophylla</i>								●						●						
<i>A. purpusii</i>																	●			
<i>A. rekoi</i>			●		●			●				●		●						
<i>A. sylvatica</i>				●	●		●	●	●								●	●	●	
<i>A. texana</i>											●				●	●				
<i>A. thyrsoiflora</i>																	●			



Fig. 5 Distribución de las especies de *Amyris* en México de acuerdo con los datos de colecta de herbarios y bases de datos en línea.

F.1.1 Distribución de las especies de *Amyris* en los tipos de vegetación en México.

Tomando como base la clasificación de tipos de vegetación de Rzedowski (1981) en México, el género *Amyris* se distribuye en: bosque tropical caducifolio (43.75 % de las especies), bosque tropical perennifolio (37.5 %), bosque de galería (31.25%), bosque mesófilo de montaña (25%), matorral xerófilo (31.25%), bosque de *Quercus* (18.75%), bosque tropical subcaducifolio (18.75 %), bosque espinoso (18.75 %) y bosque de *Pinus-Quercus* (6.25%) (Fig. 2). El bosque tropical caducifolio es el que presenta un mayor porcentaje de especies aunque cabe señalar que las especies de *Amyris* son perennes y representan seguramente uno de los pocos géneros siempre verdes de este tipo de vegetación, aquí comparte distribución con el género *Bursera* que es característico del bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1981) y cuya familia es cercana a Rutaceae. Le sigue el bosque tropical perennifolio. Dentro de estos dos tipos de vegetación se encuentran algunas especies que han sido relacionadas entre sí más cercanamente como *A. elemifera* L., *A. balsamifera* L. y *A. sylvatica* Jacq. En estos dos tipos de vegetación también se encuentran las especies de hábito arbóreo que alcanzan los mayores tamaños. El bosque de galería y matorral xerófilo presentan el mismo porcentaje relativo de especies, lo que indica que el género se distribuye en tipos de vegetación con características diversas.

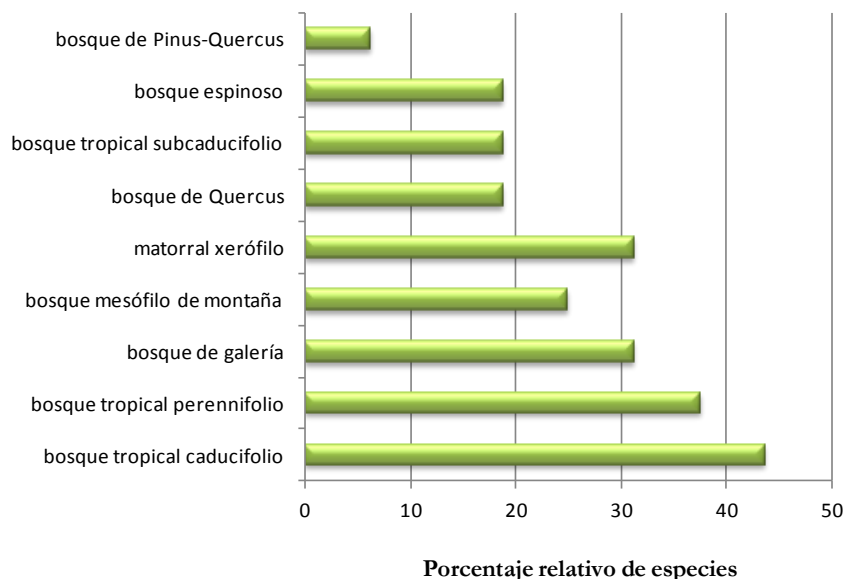


Fig. 1 Porcentaje relativo de especies de *Amyris* en México por tipo de vegetación

En la tabla 5 se presentan los tipos de vegetación donde se distribuye cada especie. El bosque tropical caducifolio cuenta con siete especies, seguido del bosque tropical perennifolio, con seis especies. Varias de estas especies también se distribuyen en los bosques de galería, mesófilo de montaña y subcaducifolio. El bosque de galería y matorral xerófilo presentan cinco especies. Le siguen el bosque mesófilo de montaña con cuatro y el bosque subcaducifolio, el bosque de *Quercus* y el bosque espinoso que presentan tres especies. El bosque de *Pinus-Quercus* es el que presenta una sola especie.

Tabla 5. Distribución de las especies de *Amyris* en los tipos de vegetación de México

	BTP	BTC	BTS	BG	BMM	BQ	BPQ	BE	MX
<i>A. attenuata</i>	●								
<i>A. balsamifera</i>	●			●	●				
<i>A. carterae</i>								●	
<i>A. chiapensis</i>		●	●						
<i>A. conzatti</i>						●			
<i>A. cordata</i>									●
<i>A. elemifera</i>	●		●		●				
<i>A. lurida</i>								●	●
<i>A. madrensis</i>				●		●			●
<i>A. marshii</i>		●				●	●		●
<i>A. monophylla</i>	●								
<i>A. purpusii</i>		●							
<i>A. rekoii</i>	●	●		●	●				
<i>A. sylvatica</i>	●	●	●	●	●				
<i>A. texana</i>		●						●	●
<i>A. thyrsoiflora</i>		●		●					

BTP: Bosque tropical perennifolio

BMM: Bosque mesófilo de montaña

BPQ: Bosque de *Pinus-Quercus*

BTC: Bosque tropical caducifolio

BQ: Bosque de *Quercus*

BTS: Bosque tropical subcaducifolio

BE: Bosque espinoso

BG: Bosque de galería

MX: Matorral xerófilo

Respecto a las especies consideradas endémicas del país, el bosque tropical caducifolio presenta el mayor número con 5 seguido del matorral xerófilo con 3. El resto de los tipos de vegetación presentan entre dos y una especie endémica. Es posible que algunas de estas especies se distribuyan en más tipos de vegetación (por ejemplo en bosque de galería y bosque mesófilo de montaña), pero al ser un género poco colectado es necesario mayor trabajo de campo.

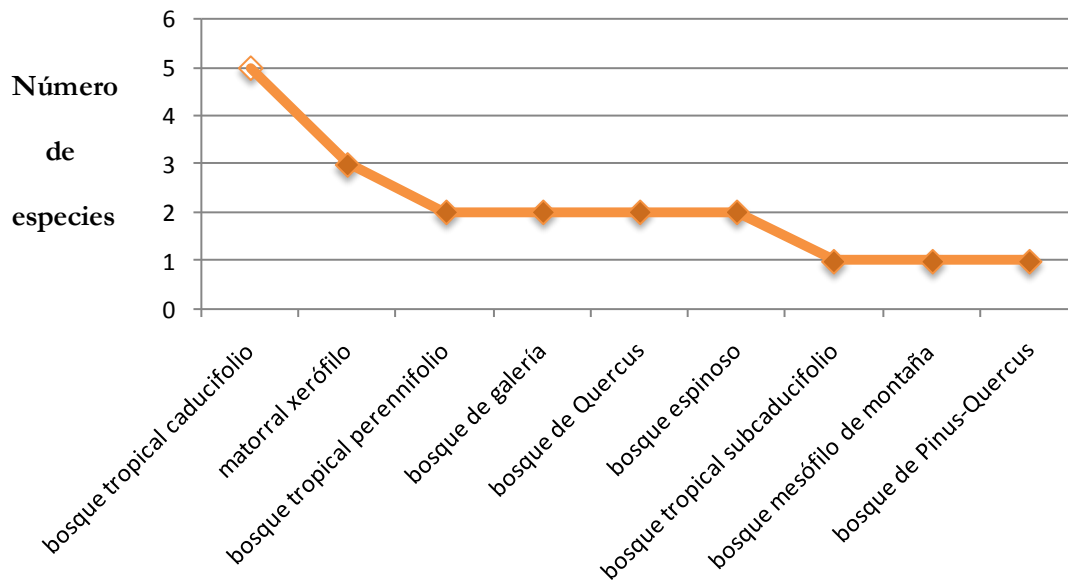


Fig 2. Número de especies endémicas de *Amyris* por tipo de vegetación en México.

F.1.2 Distribución altitudinal de las especies de *Amyris* en México

En México *Amyris* se distribuye en altitudes que van de los 3 a los 2500 m.s.n.m. Aunque es esencial el trabajo de campo para contar con más información respecto a este aspecto, en general los datos recabados dan una idea clara de la tendencia de la distribución altitudinal de las especies. Un mayor número de especies se desarrolla entre los 0 y 1500 m.s.n.m y sólo *A. marshii* Standl. se ha encontrado creciendo en altitudes de hasta 2500 m.s.n.m.(Fig. 3).

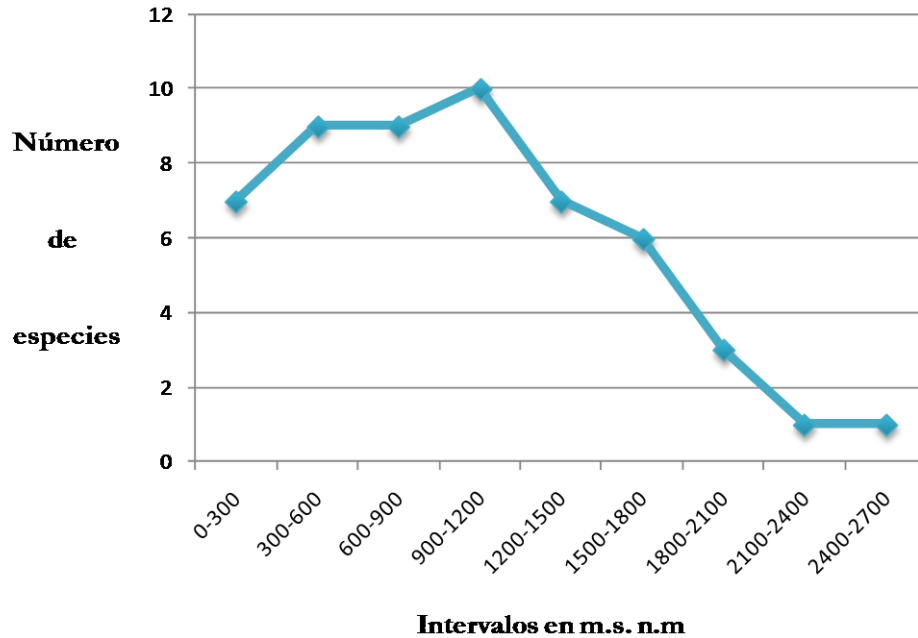


Fig. 3 Distribución altitudinal de las especies de *Amyris* en México.

F.1.3 Fenología de las especies de *Amyris* en México

Se pueden encontrar especies de *Amyris* en floración a lo largo de todo el año. Un mayor número de especies florecen, en los meses de marzo a junio, cuando las temperaturas son más cálidas. El número de especies en floración disminuye en la segunda mitad del año hasta diciembre. De noviembre a febrero se registra la menor cantidad de especies en floración lo que coincide con las temperaturas más frías durante el año.

Con respecto a la fructificación, ésta aumenta en la temporada de lluvias a partir de julio. Un mayor número de especies fructifica en la segunda mitad del año principalmente en agosto, septiembre, octubre y noviembre. Sin embargo, se pueden encontrar especies en fructificación a lo largo del resto del año, siendo diciembre, enero y febrero los meses que registraron menor número de especies en fructificación (Fig 4). Cabe señalar que no se obtuvieron datos sobre la fructificación para *A. chiapensis* Lundell, *A. conzatti* Standl., y *A. lurida* Lundell.

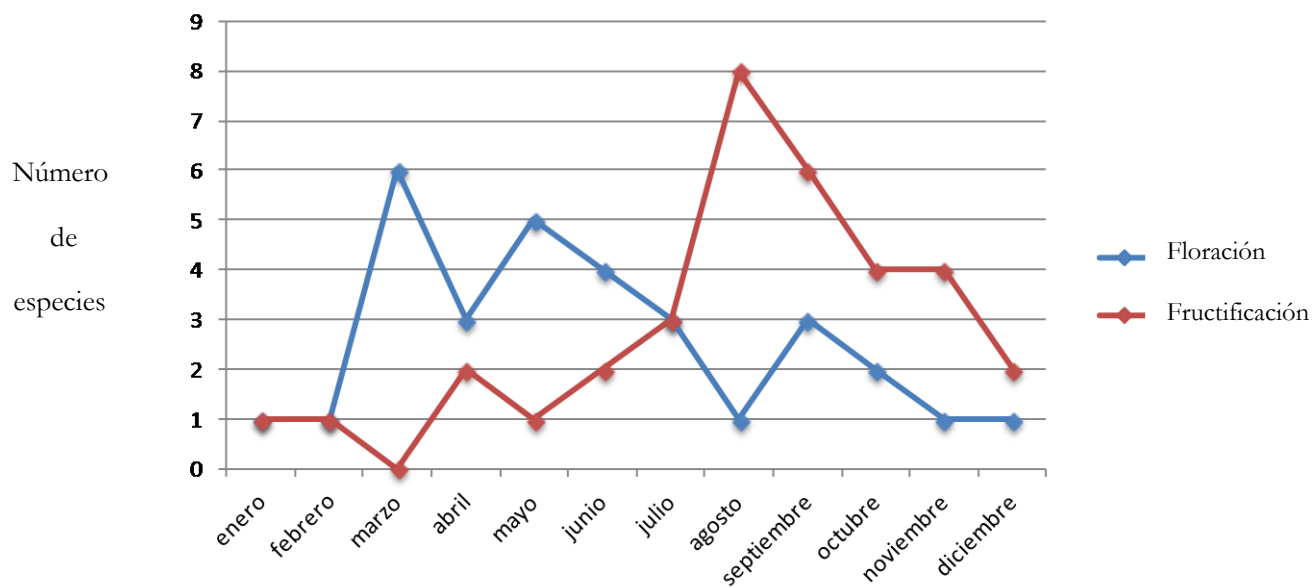


Fig. 4 Número de especies de *Amyris* en floración y fructificación durante el año en México

F.2 Morfología de las especies mexicanas del género *Amyris*

F.2.1 Morfología Vegetativa

Hábito

Las especies del género *Amyris* son árboles o arbustos perennes que van de 1 a 12 m de alto. *A. madrensis* S. Watson, *A. monophylla* Brandegee, *A. sylvatica* Jacq. y *A. texana* (Buckl.) P. Wilson, son de las que pueden presentar 1 metro de alto, que representa el menor tamaño y *A. chiapensis* Lundell, presenta el mayor tamaño con 12 metros de alto. *A. conzatti* Standl. está descrita originalmente como una especie arbustiva, mientras que *A. lurida* Lundell como arborea de acuerdo a su descripción original. Ninguno de estos dos casos pudo corroborarse dada la ausencia de colectas de ambas especies.

Ramas

Las ramas pueden ser glabras, lenticeladas, ligeramente indumentadas y puberulentas como en *Amyris madrensis* S. Watson o tomentosas como en *A. balsamifera* L. donde se van tornando así al acercarse al pecíolo. En ocasiones se detecta una apariencia cerosa, lo cual fue más evidente en las especies *A. sylvatica* Jacq. y *A. thyrsoflora* Turcz.

Hojas

Las hojas presentan filotaxia opuesta a subopuesta, o alterna a subalterna y pueden ser unifoliadas o pinnadas. La longitud de los pecíolos varía de 3 a 45 mm de largo. Predominan folíolos ovados y pueden ser unifoliadas, como en el caso de *Amyris attenuata* Standl., *A. marshii* Standl. *A. monophylla* Brandegee y *A. rekoii* Blake, esta última tiene los folíolos de mayor tamaño. Pueden presentar hasta 21 folíolos según la descripción de *Amyris conzatti* Standl., dicha especie representa la de mayor número de folíolos sin embargo de ella sólo se contó con la imagen del tipo. De los ejemplares examinados *Amyris madrensis* S. Watson, presenta el mayor número con 12 y es la especie que llega a tener folíolos de menor tamaño. El margen de los folíolos es, en su mayoría, entero a crenado, siendo característico en *Amyris*

texana (Buckl.) P. Wilson donde se presenta erosado y en ocasiones involuto. La base es principalmente convexa y el ápice tiende a ser acuminado a convexo en la mayoría de los casos. La vena media tiene un color amarillo y resalta en el envés especialmente en *A. sylvatica* Jacq. y *A. thyrsoiflora* Turcz. Algunas presentan peciólulos engrosados y corrugados como *A. cordata* I.M. Johnst., *A. sylvatica* Jacq. y *A. texana* (Buckl.) P. Wilson.

Indumento

Es variable en las diferentes especies, algunas tienden a ser glabras como *A. elemifera* L., totalmente glabras como *A. cordata* I.M. Johnst. pero también existen algunas que pueden ser tomentosas en ramas y folíolos, como *A. balsamifera* L. o *A. madrensis* S.Watson, ésta última también con un indumento característico cerca del margen y en el envés de los folíolos, al igual que *A. cartereae* Rebnan et Chiang, donde los tricomas del envés le dan apariencia aterciopelada, a diferencia del haz.

F.2.2 Morfología reproductiva

Inflorescencias

Las inflorescencias son panículas terminales o axilares, con numerosas flores de color blanco amarillento o crema en cada una. La longitud de los pedúnculos va de 2 a 30 mm y pueden ser glabros como en *Amyris cordata* I.M. Johnst. y *A. marshii* Standl., ligeramente indumentado como en *A. elemifera* L. y *A. purpusii* P. Wilson o tomentoso como en *A. balsamifera* L. Los pedúnculos se presentan especialmente oscuros en *A. rekoii* Blake y en ocasiones también en *A. elemifera* L. En *A. cordata* I.M. Johnst. son de color amarillo claro, con textura lisa y de apariencia plástica. En algunas especies como *A. marshii* Standl., *A. thyrsoiflora* Turcz. y *A. rekoii* Blake los pedúnculos se observan más cerosos.

Flores

Se presentan en panículas terminales o axilares. Son pequeñas, perfectas, de color blanco amarillento, actinomorfas, con glándulas evidentes en los pétalos. Cabe señalar que el color de las flores se describió por los colectores como verde o verdoso en tres ejemplares que no contaban con flores, uno de cada una de las siguientes especies: *A. texana* (Buckl.) P. Wilson., *A. cordata* I.M. Johnst. y *A. elemifera* L. y se observaron así en botones de *A. texana*, pero todos los demás ejemplares donde pudieron observarse flores fueron blanco-amarillentas. La longitud de los pedicelos es de 0.5 a 3 mm y pueden ser indumentados o no. Presentan un disco nectarífero. El número de estambres es el doble (8) del número de pétalos (4) para la mayoría de las especies, con excepción de *Amyris marshii* Standl. que presenta 4 pétalos y 10 estambres y *A. rekoii* Blake en la cual se observaron de 4 a 5 pétalos y 10 estambres. Los estambres son filiformes, con anteras versátiles, con dehiscencia longitudinal; el ovario es súpero, unilocular, con estigma capitado.

Brácteas y bracteólas

Las brácteas se presentan en el pedúnculo de la inflorescencia y pueden ser glabras como en *A. cordata* I.M. Johnst. o indumentadas como en *A. madrensis* S. Watson donde son tomentosas. Su longitud va de 0.4 a 2 mm de largo. Su color varía de obscuras como en *Amyris rekoii* Blake a amarillo claro como en *A. carterea* Rebmán et Chiang. En *A. attenuata* Standl. a veces pueden ser obscuras, con la punta amarillo claro y en *A. marshii* Standl. verde claras con la punta obscura.

Se presentan de una a dos bracteólas en el pedicelo de las flores y su longitud varía de 0.3 a 1.3 mm de largo. Son de apariencia afilada en *A. rekoii* Blake y *A. chiapensis* Lundell. En *Amyris thyrsoflora* Turcz., *A. cordata* I.M. Johnst., *A. texana* (Buckl.) P. Wilson. y *A. elemifera* L. se observaron bracteólulas de 0.2 a 0.6 mm de largo en los pedicelos. En *A. thyrsoflora* Turcz. las bracteólulas son generalmente imbricadas.

Fruto

El fruto es una drupa oscura o rojiza con una semilla; también puede ser verdosa como en *Amyris texana* (Buckl.) P. Wilson y *A. madrensis* S. Watson. Presentan glándulas en su superficie y pueden presentar indumento como en *Amyris purpusii* P. Wilson que presenta una drupa puberulenta y *Amyris cartereae* Rebman et Chiang en donde se observó un fruto inmaduro tomentoso. Las drupas de *Amyris* pueden ser globosas, obovoides u ovales, generalmente son oscuras en la madurez como se observó en *A. elemifera* L. (en ésta tienden a ser ovales) y *A. rekoii* Blake, o también verde oscuras como en *A. madrensis* (donde son globosas). Las semillas no fueron observadas y al respecto de ellas se habla más adelante.

F.2.3 Morfología de la superficie foliar

Células epidérmicas.

Las células epidérmicas (fig. 6) son de forma variada siendo alargadas, poligonales, circulares o irregulares y difieren en haz y envés en las distintas especies. Algunas son abultadas de apariencia glandular y pueden estar aisladas o conformar toda la lámina del folíolo. Pueden dar apariencia de ondas a lo largo de la superficie foliar, como ocurre en *A. marshii* Standl y *A. chiapensis* Lundell. En cinco especies se observan papilas en toda la lámina foliar del envés: *A. balsamifera* L., *A. elemifera* L., *A. chiapensis* Lundell, *A. madrensis* S. Watson y *A. purpusii* P. Wilson.

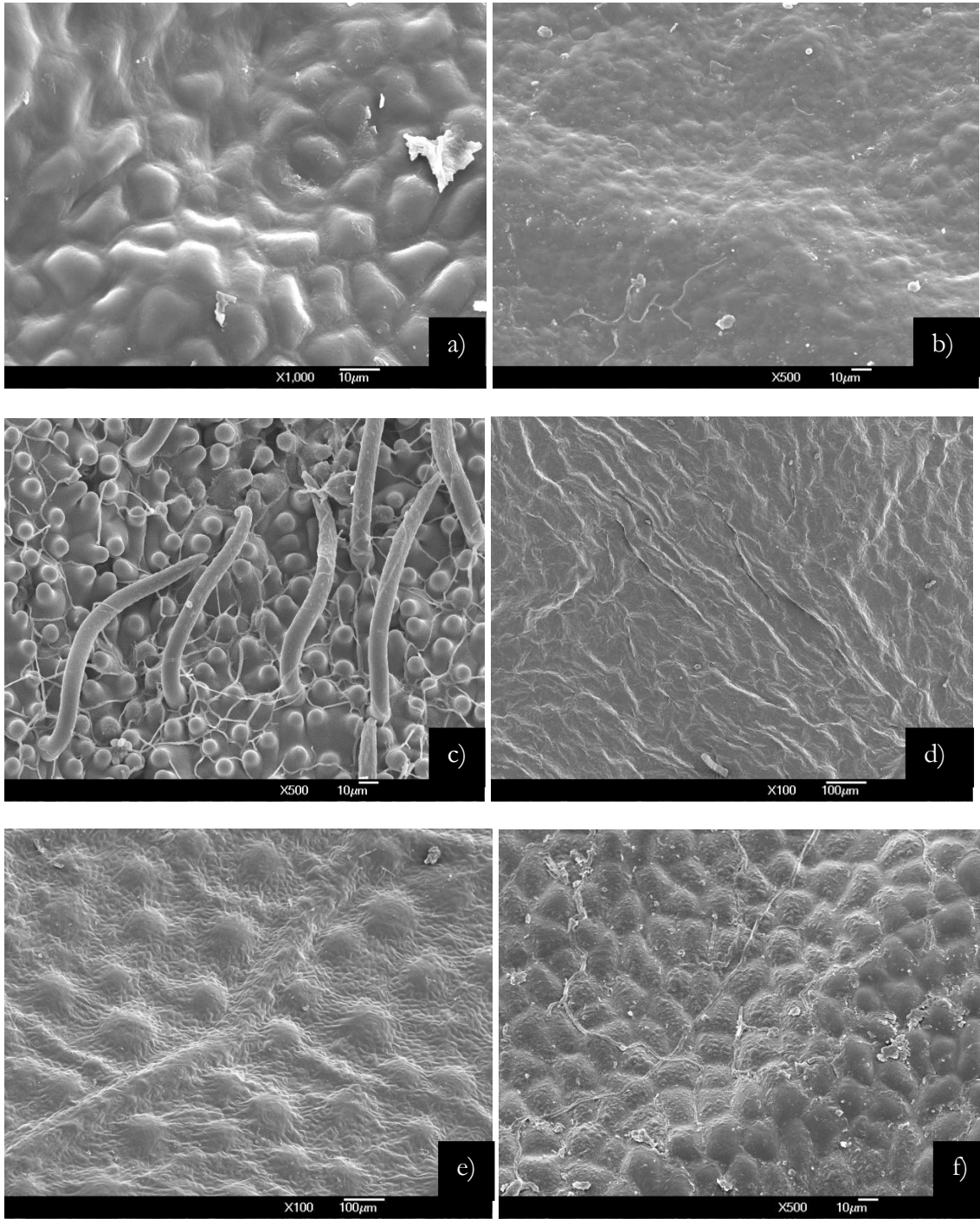


Fig. 6. a) Células epidérmicas irregulares del haz de *A. attenuata*. b) Células epidérmicas del haz de *A. rekoii*. c) Papilas del envés de *A. madrensis*. d) Superficie del envés de *A. marshii*. e) Células del haz de *A. texana*. f) Células del haz de *A. thysiflora*.

Estomas

Las especies pueden ser hipostomáticas o anfistomáticas, predominando el primer tipo. Cuando los estomas (fig. 7) están presentes en el haz, se distribuyen aisladamente y su número es notablemente menor que en el envés. Las características morfológicas de los aparatos estomáticos varían; en algunas especies éste se encuentra superficial y en otras las células subsidiarias se encuentran muy desarrolladas formando una estructura que recubre al estoma, formando el collar cuticular que describen Oladele (1983) y Sandoval et al. (2003) el cual consiste en rebordes cuticulares externos que aíslan al estoma. El collar puede ser redondo u ovado en las diferentes especies (Tabla 8). Este es un carácter xeromórfico que, en el caso de *Amyris*, puede indicar un posible origen del grupo en áreas de estrés hídrico. Sin embargo, esta estructura se presenta también en especies que crecen en ambientes húmedos por ejemplo *A. thyrsiflora* Turcz o *A. sylvatica* Jacq . En algunas especies los estomas están rodeados de cinco o seis papilas, por ejemplo en *Amyris madrensis* S. Watson, *A. chiapensis* Lundell y *A. purpusii* P. Wilson (fig. 8). Las especies anfistomáticas se presentan en casi todos los tipos de vegetación donde se desarrolla el género en México, excepto en los bosques de *Quercus* y *Pinus-Quercus*. De igual forma los estomas hundidos se presentan indistintamente en los tipos de vegetación (Tabla 5). De las especies que los presentan, todas presentan tricomas a excepción de *Amyris cordata* I.M. Johnst y *A. marshii* Standl.

En las tablas 6 y 7 se muestran el largo del aparato estomático y la frecuencia estomática respectivamente. Se excluyen las especies de las que no se contó con ejemplares disponibles *A. conzatti* Standl. y *A. lurida* Lundell así como *A. cartereae* Rebman et Chiang de la que sólo se contó con el ejemplar tipo.

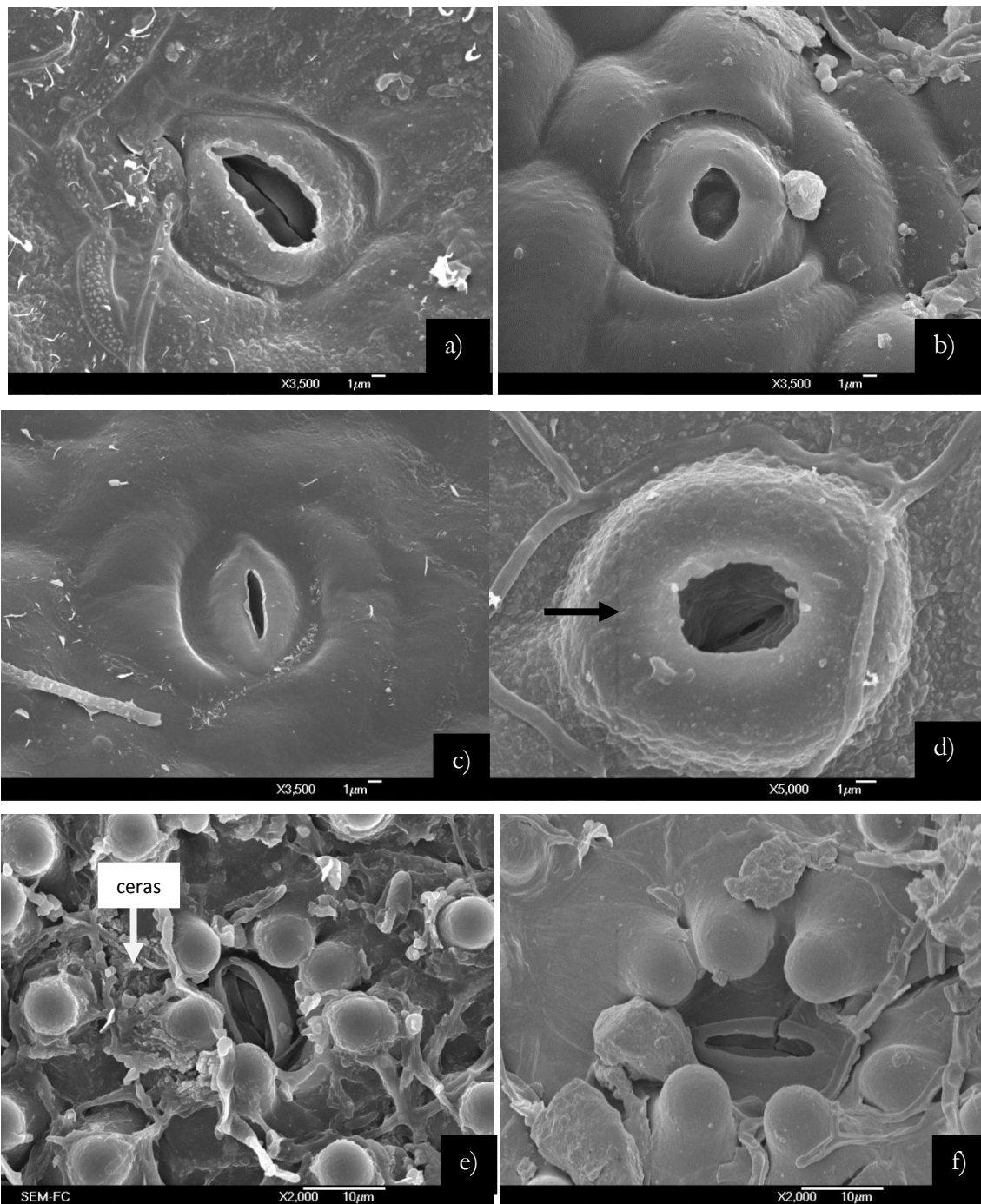


Fig. 7. a) Estoma del envés de *A. marshii* con collar cuticular ovado. b) Estoma del haz de *A. sylvatica* con collar cuticular redondo. c) Estoma del envés de *A. rekoii*. d) Collar cuticular del estoma en el envés de *A. thyrsoiflora*. e) Estoma con collar cuticular ovado, rodeado de papilas y ceras en el envés de *A. chiapensis*. f) Estoma rodeado de papilas en el envés de *A. madrensis*.

Tabla 6 . Largo del aparato estomático de las especies mexicanas de *Amyris*

Espece	Haz (μm)	Envés (μm)
<i>A. attenuata</i>	7	8 – 10
<i>A. balsamifera</i>		10
<i>A. chiapensis</i>		14
<i>A. elemifera</i>		12 – 14
<i>A. marshii</i>		13 – 16
<i>A. madreensis</i>		18 – 20
<i>A. monophylla</i>		12.4 – 16
<i>A. purpusii</i>		10 – 12
<i>A. rekoi</i>	14 – 17	8 – 13
Especies con collar cuticular	Haz (μm)	Envés (μm)
<i>A. cordata</i>		14 – 16
<i>A. sylvatica</i>	7.7 – 88	12 – 22
<i>A. texana</i>	10 – 12.2	16 – 22
<i>A. thyrsoiflora</i>		14 – 16

Tabla 7. Frecuencia estomática en las especies mexicanas de *Amyris*

Espece	Número de estomas por 100 μm^2	
	Haz	Envés
<i>A. attenuata</i>	1	4
<i>A. balsamifera</i>		3
<i>A. chiapensis</i>		2
<i>A. cordata</i>		4
<i>A. elemifera</i>		3
<i>A. madreensis</i>		3
<i>A. marshii</i>		1
<i>A. monophylla</i>		4
<i>A. purpusii</i>		4
<i>A. rekoi</i>	1	4
<i>A. sylvatica</i>	3	3
<i>A. texana</i>	2	3
<i>A. thyrsoiflora</i>		5

Tricomas

Los tricomas se presentan en cinco de las especies y se trata de estructuras filiformes unicelulares con el ápice redondeado. Pueden estar en el haz y en el envés como en *A. madrensis* S.Watson o sólo en el envés como en *A. purpusii* P. Wilson. Los tricomas en el haz están esparcidos y aislados. Estas estructuras están separadas entre sí en la vena media de *A. balsamifera* L. y más juntas cubriéndola en *A. purpusii* P. Wilson.

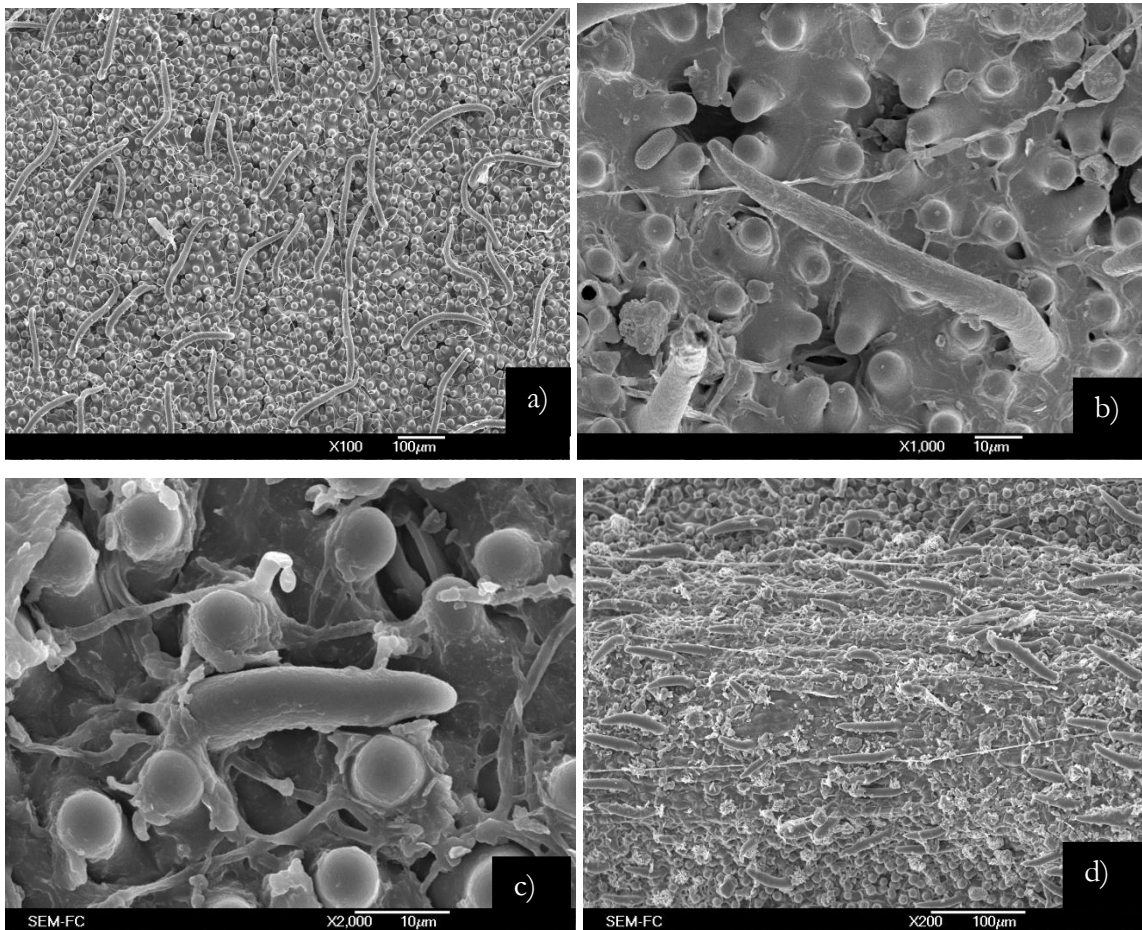


Fig. 8. a) Tricomas y papilas del envés de *A. madrensis*. b) Acercamiento al tricoma y estomas hundidos de *A. madrensis*. c) Tricoma filiforme del envés de *A. purpusii*. d) Tricomas filiformes en la vena media del envés de *A. purpusii*.

Ceras epicuticulares

Las ceras epicuticulares que se presentan son de tipo costroso y granular de acuerdo a la clasificación de Barthlott *et al.* (1998). Éstas se encuentran indistintamente en haz y envés o en los tricomas como en *A. madrensis* S. Watson siendo de tipo costroso.

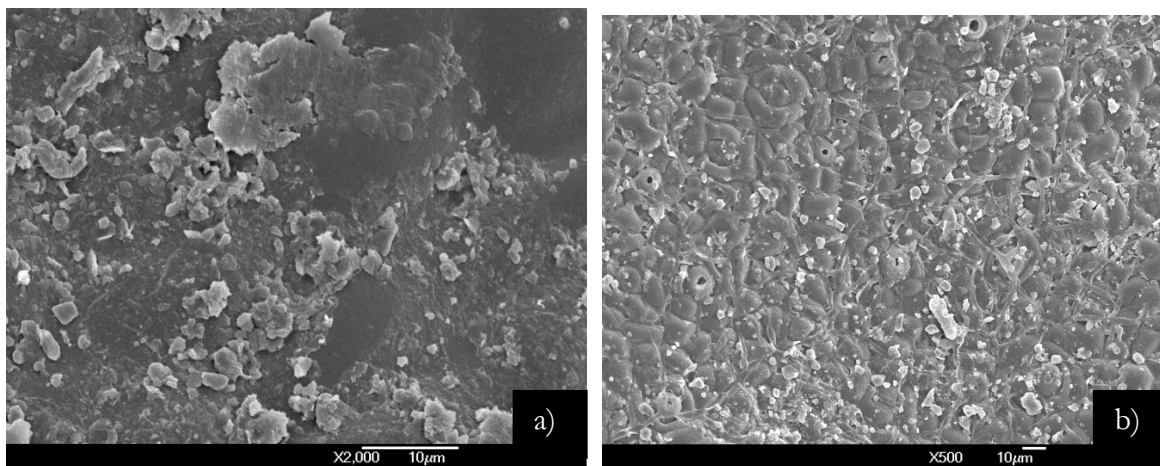


Fig. 9. a) Ceras epicuticulares costrosas de *A. cordata*. b) Células epicuticulares granulares en el haz de *A. sylvatica*.

Glándulas

Aunque una característica primordial de la familia Rutaceae es la presencia de glándulas en diversas estructuras, éstas se observaron sólo en los folíolos de cuatro de las especies revisadas, *A. cordata* I.M.Johnst., *A. madrensis* Watson, *A. chiapensis* Lundell y *A. reko* Blake. Éstas son levantamientos cilíndricos que se encuentran en el haz en las dos primeras y en el envés en las dos últimas. Es posible que un estudio anatómico proporcione más información sobre la naturaleza de las glándulas dentro del género.

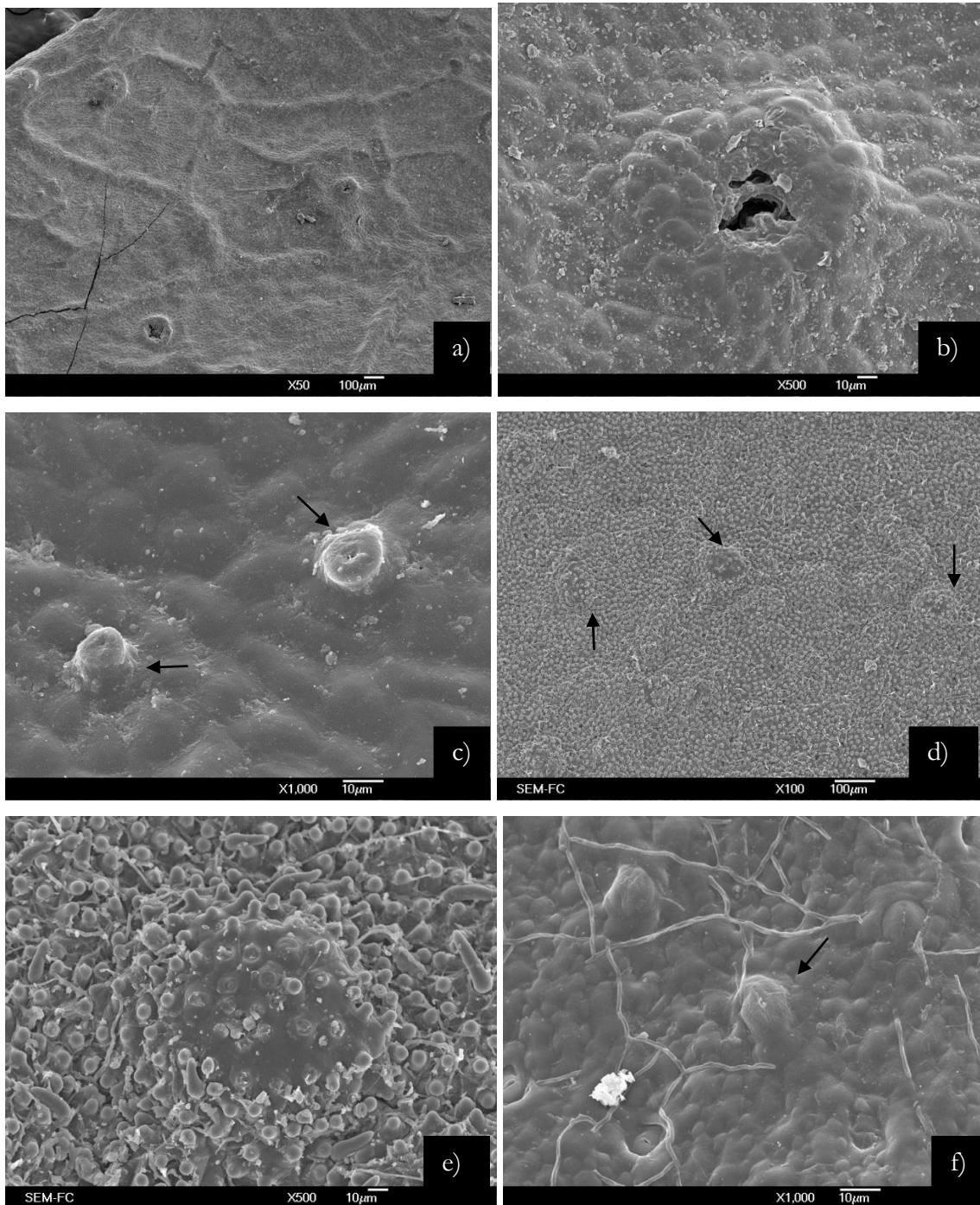


Fig. 10. a) Glándulas en el haz de *A. cordata*. b) Acercamiento a la glándula del haz de *A. cordata*. c) Glándulas en el haz de *A. madrensis*. d) Superficie del envés de *A. chiapensis* con algunas glándulas. e) Glándula del envés de *A. chiapensis*. f) Glándula del envés de *A. rekoii*.

Cristales

Se encontraron en *A. elemifera* L., *A. cordata* I.M. Jonhst., *A. balsamifera* L., *A. marshii* Standl. y *A. thrysiflora* Turcz. Son delgados, filamentosos y se observaron en agrupación numerosa en *A. elemifera* y *A. thrysiflora* y aislados en el resto de las especies. La revisión de un mayor número de ejemplares de éstas y las demás especies podrá proporcionar mayor información sobre la presencia de cristales dentro del género.

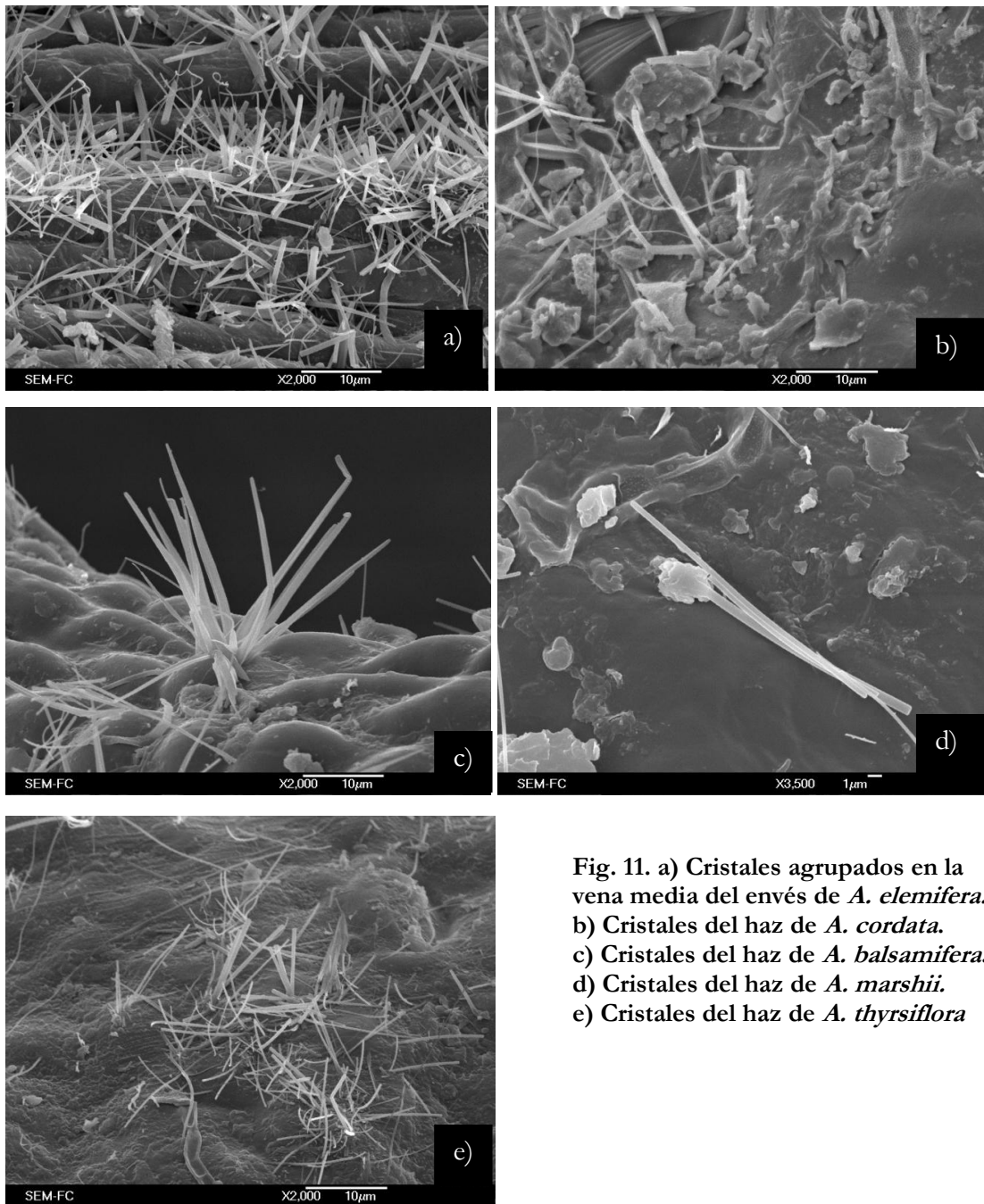


Fig. 11. a) Cristales agrupados en la vena media del envés de *A. elemifera*. b) Cristales del haz de *A. cordata*. c) Cristales del haz de *A. balsamifera*. d) Cristales del haz de *A. marshii*. e) Cristales del haz de *A. thrysiflora*

Tabla 5. Caracteres micromorfológicos de la superficie foliar y hábitat de las especies mexicanas de *Amyris*

	Hábitat	Hipostomática	Anfistomática	Collar cuticular ovado	Collar Cuticular redondo	Estomas hundidos	Tricomas	Glándulas	Papilas	Cristales	Ceras granulares	Ceras costrosas
					LG* R**							
<i>A. attenuata</i>	BTP		•								•	
<i>A. balsamifera</i>	BTP,BG, BMM	•		•		•	•		•	•	•	
<i>A. chiapensis</i>	BTC o BTSC	•		•		•	•	•	•		•	
<i>A. cordata</i>	MX	•				•		•		•	•	
<i>A. elemifera</i>	BTP,BMM, BTSC	•		•		•	•		•	•	•	
<i>A. marshii</i>	BTC,MX, BPQ	•		•		•				•		•
<i>A. madrensis</i>	BQ,MX, BG	•				•	•	•	•		•	•
<i>A. monophylla</i>	BTP	•									•	
<i>A. purpusii</i>	BTC	•		•		•	•		•		•	
<i>A. rekoi</i>	BMM,BG, BTP, BTC		•					•			•	•
<i>A. sylvatica</i>	BTP,BTC,BG, BMM, BTSC	•	•		•						•	•
<i>A. texana</i>	BTP, BTC, BE		•	•							•	
<i>A. thyrsiflora</i>	BTC,BPQ	•			•					•	•	•

BTP: Bosque tropical perennifolio
 BTC: Bosque tropical caducifolio
 BTSC: Bosque tropical subcaducifolio
 BG: Bosque de galería
 BMM: Bosque mesófilo de montaña
 BQ: Bosque de *Quercus*
 BPQ: Bosque de *Pinus-Quercus*
 BE: Bosque Espinoso

* LG- Ligeramente granuloso

** R- Rugoso

Se omiten las especies *Amyris lurida* Lundell y *A. conzatti* Standl. por carencia de material disponible para observación y *A. carterea* Rebnan et Chiang, dado que sólo se contó con el ejemplar tipo.

F.3 Tratamiento taxonómico

Género *Amyris* P. Browne

The Civil and Natural History of Jamaica in three parts 208-209 (10 Mar 1756)
Especie Tipo: *Amyris balsamifera* L.
Elemi Adans. Fam. Pl. 2: 342. 1763
Ritinophora Neck. Elem. 2 : 229. 1790
Elemifera (L.) Kuntze, Rev. Gen. 99. 1891
Schimmelia Holmes, Pharm. Jour. London 62: 53 1899.

El género se compone de **árboles o arbustos**, sin espinas, con madera resinosa, fragante. **Tallos** glabros o indumentados. **Ramas** glabras o indumentadas, lenticeladas o no. **Hojas** opuestas o alternas, pinnadas o a veces unifolioladas; folíolos enteros o crenulados, con frecuencia 3-5 (raramente 1-folioladas), con glándulas en los folíolos; pecíolos alados o no, el raquis a veces alado. **Inflorescencias** en panículas terminales o axilares, con pocas o numerosas flores, yemas florales obovadas o globosas. **Flores** perfectas, raramente unisexuales, actinomorfas, blanco amarillentas, usualmente tetrámeras, pediceladas, 2-bracteadas; cáliz persistente, cupuliforme, con glándulas; sépalos 4-5 connados; pétalos 4, libres, imbricados, oblanceolados, blancos o crema, con glándulas pardas; estambres libres, el doble en número que los pétalos, insertados en la base del disco o del ovario; anteras ovadas a oblongas, introrsas, longitudinalmente dehiscentes; disco intraestaminal pulvinado, similar a un ginóforo; estigma capitado a subcapitado discoide; ovario 1-ocular, súpero; estilo muy corto y terminal o ausente. **Fruto** una drupa globular, elipsoidal obovada, con glándulas aromáticas, cerosa, negra o rojiza, en ocasiones glauca. **Semillas** solitarias, péndulas, con testa delgada, membranosa, carente de endospermo; cotiledones plano-convexos, carnosos y con glándulas, con una radícula corta y superior. (Modificado de Standley, 1946; Brizicky, 1962 y Pool, 2001.)

F.3.1 Listado de las especies de *Amyris* en México y sus sinonimias actualizadas

- Amyris attenuata* Standl., Tropical Woods 37: 28-29. 1934.
Amyris belizensis Lundell, Contr. Univ, Michigan Herb. 6:32 1941.
- Amyris balsamifera* L., Systema Naturae, Editio Decima 2:1000.1759.
Elemifera balsamifera (L.) Kuntze, Revisio Generum Plantarum 1:11. 1891.
- Amyris carterae* Rebmann et Chiang, Novon 15(2) 350-353. 2005.
- Amyris konzatti* Standl., Journal of the Washington Academy of Sciences 13: 6. 1923.
- Amyris cordata* I.M. Johnst., Journal of the Arnold Arboretum 31: 191. 1950.
- Amyris chiapensis* Lundell, Wrightia 4(3): 110-111. 1969.
- Amyris elemifera* L., Systema Naturae, Editio Decima 2: 1000. 1759
Amyris maritima Jacq. Enumeratio Systematica Plantarum, quas in insulis Caribaeis 19. 1760
Amyris floridana Nutt. American Journal of Science and Arts. 5: 294. 1822
Elemifera maritima Kuntze, Revisio Generum Plantarum 1:100. 1891.
Amyris vestita, Lundell. Wrightia 2 (2): 53. 1960
- Amyris lurida* Lundell, Wrightia 2 (2): 103. 1960
- Amyris madrensis* S.Watson, Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 25: 144-145. 1890.
- Amyris marshii* Standl., Field Museum of Natural History, Botanical Series 17(2): 195. 1937.
- Amyris monophylla* Brandege. University of California Publications in Botany 3(8): 381-382. 1909.
- Amyris purpusii* P. Wilson, Bulletin of the Torrey Botanical Club 37(2): 86. 1910.
- Amyris rekoii* Blake, Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 53: 56. 1918.
- Amyris sylvatica* Jacq. Selectarum Stirpium Americanarum Historia 107. 1763.
Elemifera sylvatica (Jacq.) Kuntze. Revisio Generum Plantarum 1: 11. 1891.
Amyris staminosa Lundell, Wrightia 2 (2): 104. 1960
- Amyris texana* (Buckl.) P. Wilson, Torrey 8:139.1908.
Amyris parvifolia A. Gray, Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 23: 226. 1888.
- Amyris thyriflora* Turcz. Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou 31(1): 475. 1858.

F.3.2 Clave para las especies mexicanas de *Amyris* P. Browne

1. Hojas alternas.

2. Pecíolo alado.....*A. thyrsoiflora*

2. Pecíolo no alado.

3. Folíolos 1.

4. Folíolos oblongos, estambres 10.....*A.rekoi*

4. Folíolos ovados a obovados, estambres 8.

5. Folíolos verde-opacos en haz y envés, pecíolos 5 a 18 mm de largo.....

.....*A. attenuata*

5. Folíolos con haz más brillante que envés, pecíolos 1 a 3 mm de largo.....

..... *A. monophylla*

3. Folíolos más de 1.

6. Folíolos aproximadamente 21.....*A. conzatti*

6. Folíolos 3.

7. Ramas, pecíolos y folíolos siempre glabros, de apariencia plástica; base de todos los folíolos de la hoja cordada..... *A. cordata*

7. Ramas, pecíolos y folíolos glabros o indumentados; base de los folíolos cuneada o convexa; en una de las especies alguno de los folíolos de la hoja con base cordada.

8. Pecíolo verde oscuro o pardo; folíolos ovados, margen entero a crenado.....*A. sylvatica*

8. Pecíolo verde claro, folíolos ovado-elípticos, margen eroso a veces involuto.....*A. texana*

1. Hojas opuestas.

9. Folíolos 1.....*A. marshii*

9. Folíolos más de 1.

10. Pecíolo de 30 a 40 mm de largo..... *A. chiapensis*

10. Pecíolo entre 2 y 30 mm de largo.

11. Ápice agudo a redondeado, a veces obcordado.....*A. purpusii*

11. Ápice acuminado u obtuso.

12. Pecíolo glabro; folíolos glabros, 3-5.

13. Pecíolo 7 a 30 mm de largo; peciólulo terminal 7 a 20 mm de largo; pendúnculo de la inflorescencia 2 a 15 mm de largo.....

.....*A. elemifera*

13. Pecíolo hasta 2.5 mm de largo; peciólulo terminal unido a la base; pendúnculos de la inflorescencia hasta 80 mm de

largo.....*A. lurida*

12. Pecíolo indumentado; folíolos indumentados, 5 o más.

14. Base convexa a ligeramente cuneada en una de las especies; glándulas no muy notorias, color de haz y envés no muy dispar.

15. Ramas tomentosas cerca del pecíolo, folíolos imparipinnados, 5 o 7; folíolos laterales 10 a 28 mm de ancho; ápice acuminado.....*A. balsamifera*

15. Ramas puberulentas, folíolos imparipinnados o paripinnados, 5 a 12; folíolos laterales 5 a 13 mm de ancho; ápice retuso a convexo.....*A. madrensis*

14. Base redondeada, a veces ligeramente cordada en alguno de los folíolos de la hoja, glándulas punteadas muy notorias en haz y envés, este último claramente más pálido*A. cartereae*

F.3.3 Especies del género *Amyris* en México

Amyris attenuata Standl., Tropical Woods 37: 28-29. 1934. Tipo: Honduras: Yoro: Concepción, open mountain forest, alt. 750 m, *J.B. Edwards P 653*, 13 Ago 1933. Holotipo: F 686992. Isotipos: GH! LL! US!

Amyris belizensis Lundell, Contr. Univ, Michigan Herb. 6:32 1941. Tipo: Belize. Gracie Rock, *P.H. Gentle 1720*. Holotipo: MICH!

(Figs. 12 y 13)

Nombre común local: Ocotillo de Montaña (Chiapas).

Árboles o arbustos 3 a 5 m de alto, monoicos. **Ramas** glabras. **Hojas** alternas a subalternas; pecíolos 5 a 18 mm de largo, glabros, amarillentos, generalmente engrosados en el ápice; folíolos 1, ovados, a veces oblongos, 35 a 80 mm de largo, 15 a 50 mm de ancho, glabros, a veces la vena media muy marcada en el envés; ápice acuminado; margen entero o rara vez crenado; base convexa a redondeada. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos 8 a 12 mm de largo, cerosos, oscuros; brácteas 0.4 a 1.5 mm de largo, oscuras, en ocasiones con la punta amarilla, glabras, como con grumos. **Flores** en botón sobre pedicelos 0.5 a 1.3 mm de largo, a veces oscuros, cerosos; bractéolas 0.3 a 0.5 mm de largo pétalos 4, libres, blanco amarillentos con glándulas pardas; estambres 8. **Fruto** una drupa 4.9 a 5.2 mm de diámetro.

Distribución. Esta especie se distribuye al sureste del país en los estados de Chiapas, Quintana Roo y Veracruz. Fuera del país se distribuye en Honduras.

Hábitat. Bosque tropical perennifolio, entre los 28 y 650 m.s.n.m. Se ha encontrado creciendo cerca de *Bursera* y *Ficus*.

Fenología. Floración en los meses de abril a septiembre y fructificación en septiembre y octubre.

Esta especie presenta un color verde opaco en ambas caras de los folíolos. El ápice es acuminado con respecto a las demás especies unifoliadas del género. Entre las especies de hojas unifoliadas, alternas, el tamaño de los folíolos en *Amyris attenuata* Standl. es intermedio entre *A. rekoii* Blake y *A. monophylla* Brandege, siendo la primera la que alcanza mayores

tamaños y la segunda la que presenta folíolos más pequeños. *A. attenuata* se diferencia de *A. rekoii* por el pecíolo glabro y tomentoso en esta última.

Amyris attenuata presenta una gran semejanza con *A. belizensis* Lundell, la cual está reportada para Belice y Honduras, y se diferencia de ésta por la longitud del pecíolo, que según la descripción original de *A. belizensis* varía entre 1 y 2 mm y en *A. attenuata* puede variar entre 6 a 8 mm de largo. La similitud entre ellas es tan grande que al revisar las colecciones de herbario se encontraron ejemplares de *A. attenuata* determinados como *A. belizensis*; por esto, Standley (1969) afirmó que no deben confundirse ambas especies sin mencionar la razón y al revisar las descripciones originales y la imagen del isotipo del United States National Herbarium (US) se aprecia que la diferencia que las separa es sólo la longitud del pecíolo, lo cual sugiere que podría ser solamente una variación de la misma especie, y para decidir al respecto se necesitan estudios detallado, sin embargo en este trabajo se decidió tomar a *A. belizensis* como un sinónimo de *A. attenuata*.

Morfología foliar

La especie puede ser ocasionalmente anfistomática. Se pueden encontrar estomas paracíticos aislados en el haz o los estomas pueden estar ausentes en esta superficie. El haz tiene células abultadas de diversas formas: alargadas, poligonales o circulares. En el envés se observaron estomas que se encuentran hundidos en estructura similar a una glándula; el envés presenta células de formas irregulares diversas y sin tricomas. La vena media presenta células rectangulares y prominencias semejantes a glándulas. Se observaron ceras epicuticulares de tipo granular.

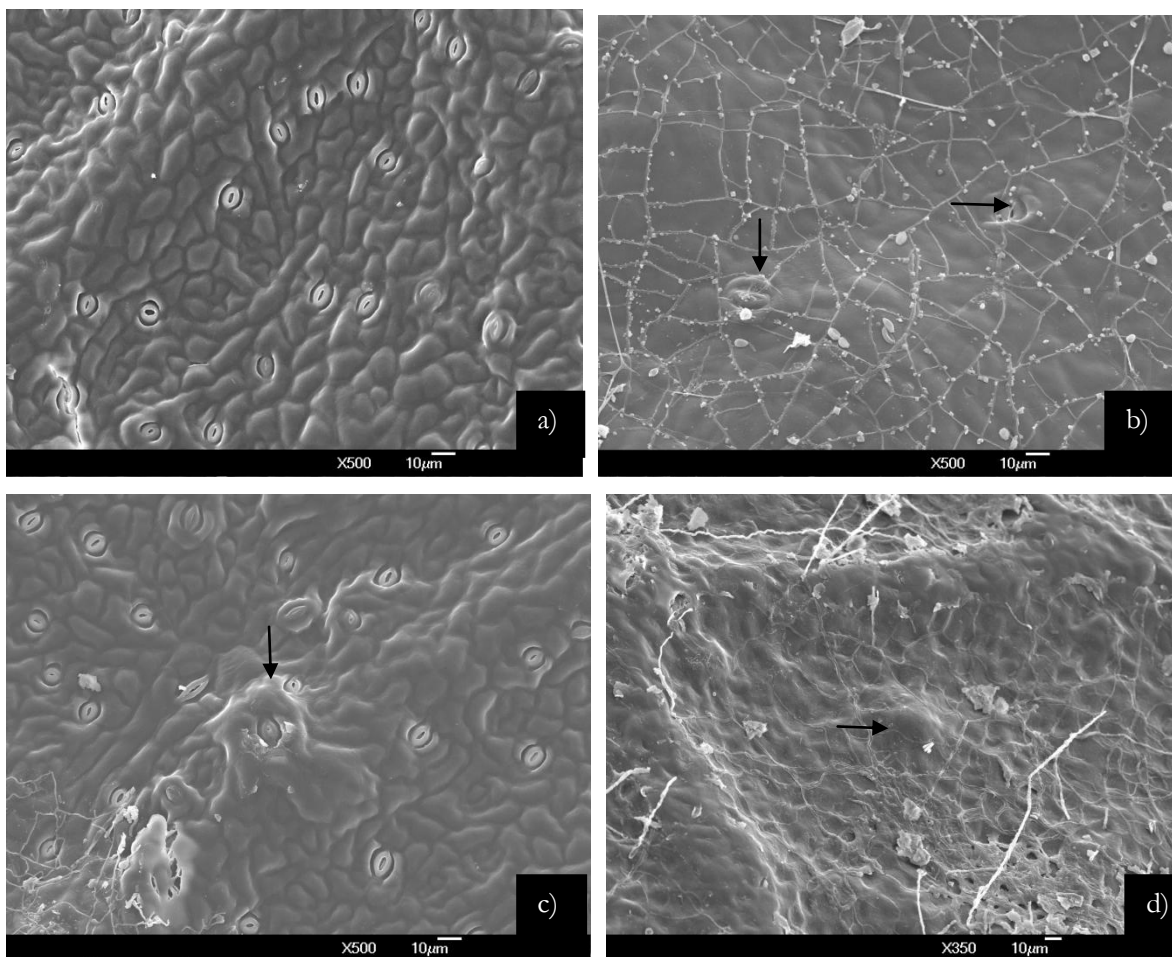


Fig 12. *Amyris attenuata* Standl. a) Envés con estomas. b) Haz mostrando estomas dispersos. c) Estomas y levantamientos en el envés. d) Prominencia en el haz.

Ejemplares examinados: **CHIAPAS:** *Municipio Ocosingo:* Reserva de la Biosfera Montes Azules. 2-3 km al N del campamento de la SEDUE en Pico de Oro, *R. González et al.* 470 (XAL); *Municipio Berriozábal-Las Vistas:* *F. Miranda* 6375 (MEXU); *F. Miranda* 5853 (MEXU); al Río de la Venta, 30km al NW de Ocozocuatla *F. Miranda* 6309 (MEXU); *sin Municipio:* de Tuxtla Gutiérrez a Monte Cristo, *F. Miranda* 5707 (MEXU); en Rancho Ocote, 30 km al NO de Ocozocuatla, *F. Miranda* 6362 (MEXU); al N de Rancho del Ocote, aprox. 28 km al NW de Ocozocuatla, *F. Miranda* 6375 (MEXU); **QUINTANA ROO:** *Municipio Felipe Carrillo Puerto:* Jardín Botánico a 1 km al N de F. Carrillo Puerto, sobre carretera a Tulum, *E. Cabrera* 16490 (MEXU); *Sin Municipio:* en brecha detrás del aeropuerto, paralela a la pista de aterrizaje a 12 km al sur de Cancún, *O. Téllez* 3270 (MEXU); 12 km al E de Carrillo Puerto, rumbo a Vigía Chico, *E. Cabrera*, 3562 (ENCB, MEXU, UAMIZ); km 25 al W de Puerto Morelos camino a Vallarta, *I. Olmsted* 52 (MEXU) **VERACRUZ:** *Municipio Catemaco:* Isla de Tenaspi, *M. Vásquez Torres* 1123 (ENCB); *sin Municipio:* Fraccionamiento Tonicapan, 3 km al N de Catemaco, *R. Cedillo Trigos*, 2508 (MEXU, ENCB, CICY).

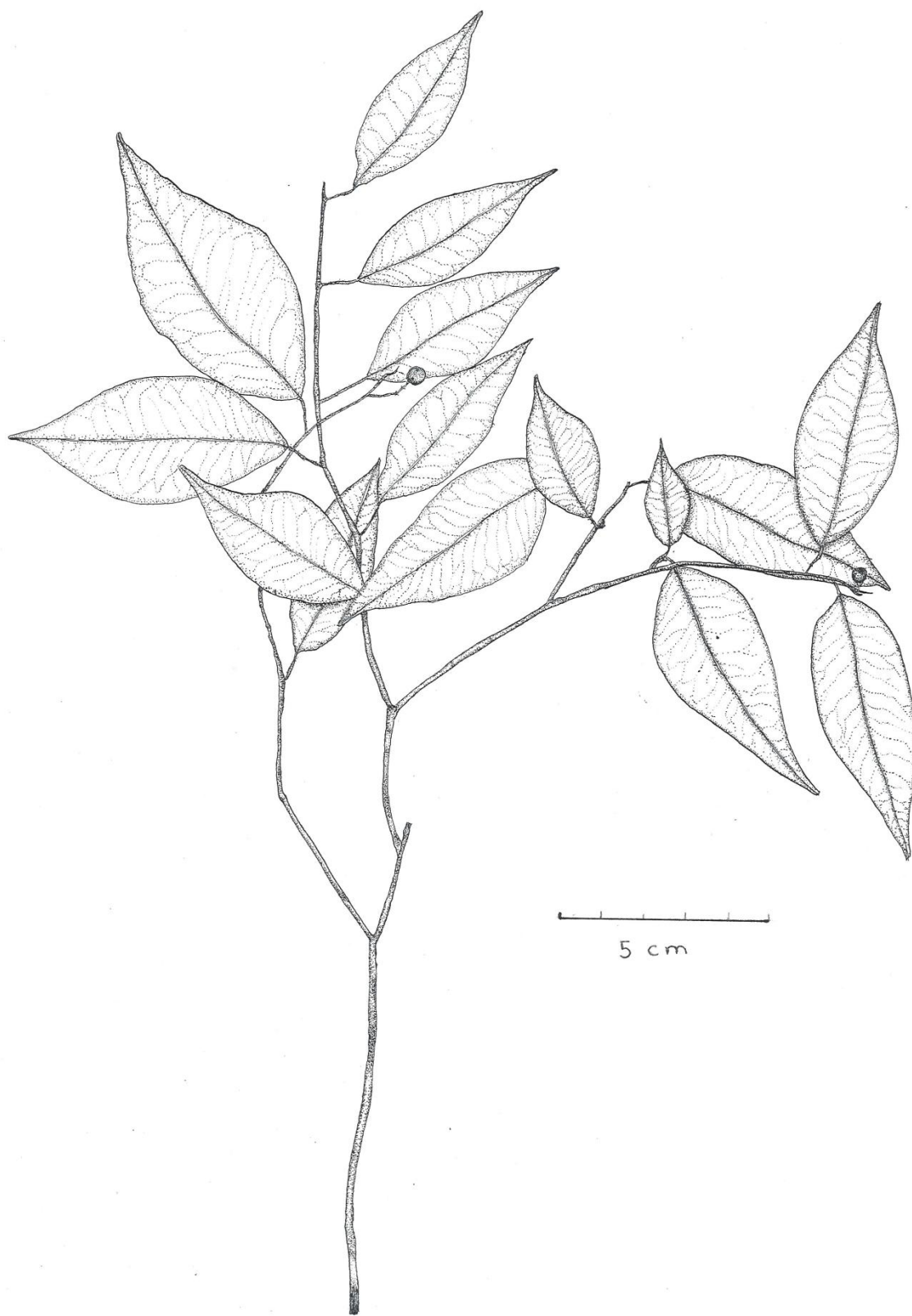


Fig. 13. *Amyris attenuata* Standl.
Olmsted 52 (XAL)

Amyris balsamifera L., Systema Naturae, Editio Decima 2:1000.1759. Tipo: no citado en descripción original. Lectotipo: Jamaica. LINN! designado por Gerau, Jarvis (ed.) Order out of Chaos: 287 (2007). (Figs. 14, 15).

Amyris mexicana Lundell. Wrightia 2(2): 104. 1960.

Elemifera balsamifera (L.) Kuntze, Revisio Generum Plantarum 1:11. 1891.

Árboles o arbustos, 2.5 a 5 m de alto, monoicos. **Ramas** tomentosas, principalmente cerca del pecíolo, lenticeladas. **Hojas** opuestas a subopuestas; pecíolos 10 a 35 mm de largo, tomentosos; peciólulos laterales 1 a 5 mm de largo, terminales 2 a 17 mm de largo; folíolos imparipinnados 5 a 7 rara vez 3, ovados a ovado-elípticos, indumentados, generalmente casi glabros en haz, indumentados en envés, tomentosos a lo largo de la vena media, a veces la vena media muy marcada en envés; con glándulas en haz y envés; folíolos laterales 17 a 35 mm de largo, 10 a 28 mm de ancho, terminales 15 a 50 mm de largo, 12 a 28 mm de ancho; ápice acuminado; raquis 8 a 28 mm de largo; margen entero, crenado a ligeramente aserrado, a veces indumentado; base convexa. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales con numerosas flores cada una; pedúnculos tomentosos, 7 a 15 mm de largo; brácteas, 0.9 a 1.5 mm de largo, indumentadas. **Flores** sobre pedicelos de 0.5 a 2 mm de largo, indumentados; bractéolas, 0.5 a 1 mm de largo; sépalos 4, connados, indumentados 0.4 a 0.8 mm de largo, 0.4 a 0.6 mm de ancho; pétalos 4, libres, blanco-amarillentos, 2 a 2.2 mm de largo, 0.9 a 1.2 mm de ancho, con glándulas pardas, estambres 8, filamentos 0.9 a 2 mm de largo, glabros, anteras versátiles, 0.4 a 0.5 mm de largo; ovario súpero, unilocular, tomentoso, ceroso, en ocasiones tuberculado, 0.4 a 0.5 mm de diámetro, estilo 1; disco nectarífero 0.4 a 0.5 mm de diámetro.

Distribución. Esta especie se distribuye en los estados de Sonora, Sinaloa, Jalisco, Oaxaca y Chiapas.

Hábitat. Bosque tropical perennifolio, bosque de galería, bosque mesófilo de montaña, entre los 3 y 2000 m de altitud.

Fenología. Se ha colectado con botones en los meses de mayo, octubre y diciembre y con flores en anthesis en julio. La fructificación se ha registrado en abril, agosto, octubre, noviembre, enero y febrero.

Esta especie representa la especie tipo del género *Amyris* P. Browne y se caracteriza por tener de 5 a 7 folíolos y por su indumento persistente en las estructuras vegetativas. Ha sido relacionada cercanamente con *A. elemifera* L.; según Parker (2008) esta última, a diferencia de *A. balsamifera* presenta hojas más anchas y generalmente trifoliadas, ramas de la inflorescencia y ovario glabros y filamentos más cortos. Record (1940) señala que pueden tratarse de la misma especie siendo *A. elemifera* y *A. sylvatica* Jacq. variedades de *A. balsamifera*, lo cual no se acepta en este trabajo porque *A. sylvatica* es claramente distinta a *A. balsamifera*, entre otras cosas por presentar siempre tres folíolos, los cuales pueden ser de mayor tamaño que los de esta última. Gerau (1991) menciona que *A. elemifera* y *A. balsamifera* se mantienen como especies bastante distintas entre sí en las Antillas y que “la aplicación histórica de los epítetos es mucho más confusa en México y América Central”. Con base en los ejemplares revisados, una diferencia muy evidente entre *A. elemifera* y *A. balsamifera* es el indumento que presenta esta última, el cual es puberulento en los folíolos y tomentoso en las ramas y a lo largo de la vena media, mientras que *A. elemifera* es glabra. En cuanto al número de folíolos, *A. balsamifera* presenta 5 o 7 y muy rara vez 3, mientras que en *A. elemifera* son más frecuentemente 3 folíolos. Kunkel (1907) señala que *A. elemifera* presenta ovario glabro, mientras que en *A. balsamifera* es hispídulo. Señala también que las inflorescencias pueden volverse glabras en la madurez en *A. balsamifera*.

Lundell (1960) relacionó a *A. balsamifera* con *A. mexicana* Lundell y señaló que diferían porque *A. mexicana* presenta de 5 a 7 folíolos y rara vez tres, así como frutos globosos; sin embargo, estas características también son propias de *A. balsamifera* según lo observado en los ejemplares de herbario y según las descripciones que existen para la especie (las más completas son para Centro y Sudamérica). En la descripción original de *A. mexicana*, se menciona que los pecíolos, inflorescencias y folíolos, a lo largo de la vena media, son finamente pubescentes (estos últimos pudiendo ser también glabros); respecto a esto, en los ejemplares revisados se encontraron los folíolos puberulentos también sobre la lámina y no sólo en la vena media. La problemática de estas especies la planteó Gerau (1991) cuando señala que Standley (1923) en su trabajo de Árboles y Arbustos de México menciona la existencia de *A. balsamifera* en los estados de Sinaloa a Guerrero, sobre lo que Gerau opina que podrían tratarse de ejemplares de *A. mexicana*.

Durante la revisión de ejemplares de *A. balsamifera* se encontró que se apeaban a la descripción original de *A. mexicana*; cabe señalar que la descripción original de *A. balsamifera* es muy breve y un problema adicional se presenta cuando los autores de las descripciones de *A. balsamifera* de floras diferentes, no mencionan la revisión del ejemplar tipo aunque han seguido una misma línea. Ésta es la especie tipo del género, y dado que fue descrita primero que *A. mexicana* y ésta coincide con lo establecido por los diferentes autores para *A. balsamifera*, *A. mexicana* es considerada un sinónimo de *A. balsamifera* en este trabajo. Cabe señalar que la imagen tipo de *A. mexicana* del Herbario de la Universidad de Texas (LL) es un ejemplar determinado con anterioridad como *A. balsamifera* y que en los herbarios consultados no existen ejemplares con el nombre de *A. mexicana*. *Elemifera balsamifera* (L.) Kuntze es un homónimo para esta especie.

En cuanto a la distribución de la especie, Standley (1923) indica que abarca desde Sinaloa a Guerrero, aunque no cita ejemplares. En la revisión de herbarios consultados en este trabajo se obtuvieron ejemplares de los estados de Jalisco, Sinaloa, Sonora, Oaxaca, y Chiapas, los cuales presentan características designadas para la especie en las descripciones distintas a la original, pero se necesitaría un mayor trabajo de campo y un análisis de distribución potencial para determinar la distribución real de la especie.

Morfología foliar

Especie hipostomática que presenta cinco células epidérmicas papilosas que rodean al aparato estomático y collar cuticular ovado. El haz carece de estomas y presenta células globosas que no emergen tanto. Se pueden encontrar tricomas simples, unicelulares, filiformes, aislados. También se observó la presencia de cristales filamentosas en el haz.

El envés está recubierto completamente con papilas, también existen tricomas unicelulares simples, filiformes, a veces cercanos unos de otros; éstos se encuentran aislados en la vena media, la cual presenta células alargadas. La especie presenta ceras epicuticulares granulares.

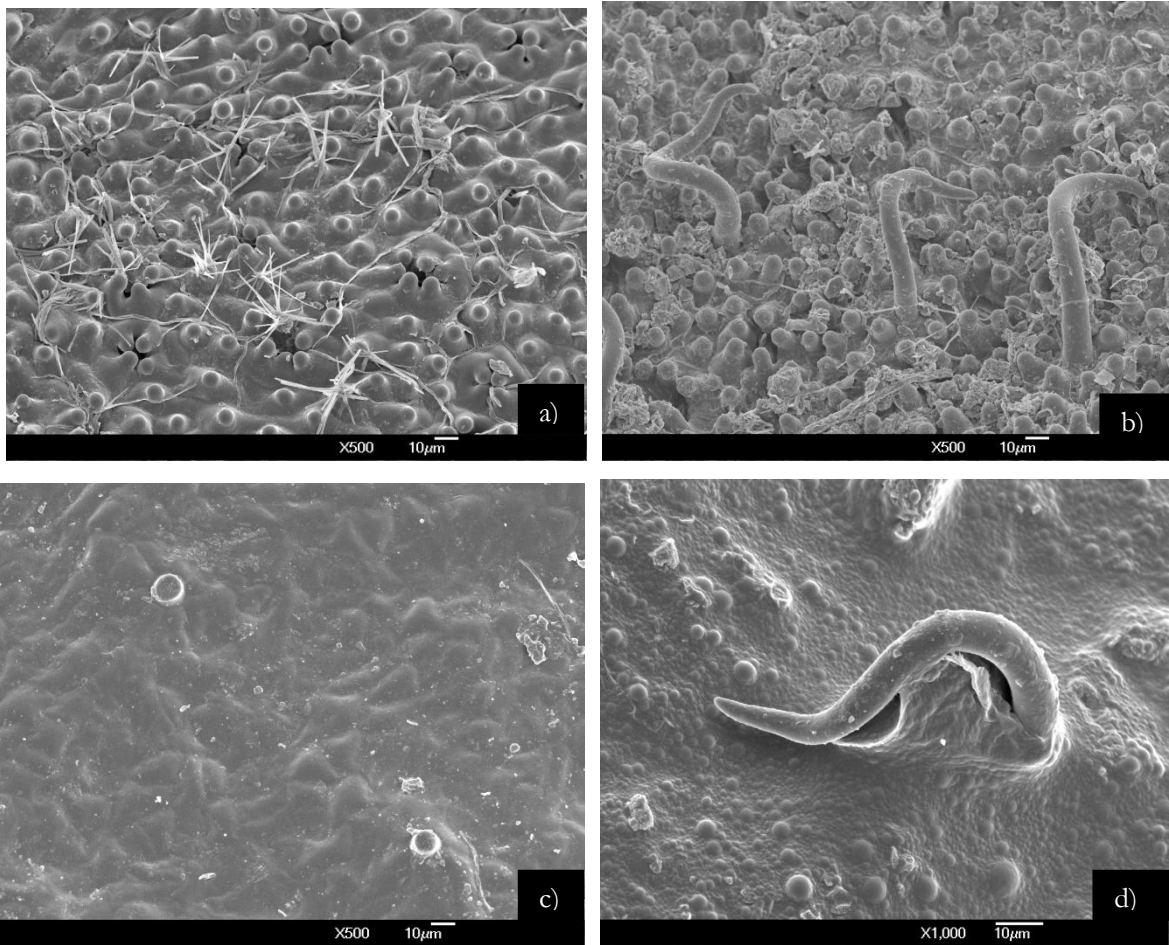


Fig. 14. *Amyris balsamifera* L. a) Envés con cristales y epidermis papilosa. b) Tricomas y papilas rodeando estomas del envés. c) Superficie del haz. d) Tricoma simple, filiforme unicelular en el haz.

Ejemplares examinados: **CHIAPAS:** *Municipio San Ignacio:* Campanillas, J. González 806 (MEXU); *Municipio Arriaga:* 13 km al N de Arriaga a lo largo de autopista no. 195, D.E. Breedlove 30600 (MEXU); *Sin municipio:* En cañada Chacona-Aguacate al NO de Tuxtla Gutiérrez, F. Miranda 6484; **JALISCO:** *Municipio La Manzanilla:* 2.5 km al E de la carretera Barra de Navidad-Pto. Vallarta, M.G. Ayala 527 (MEXU); *Municipio Zacoalco de Torres:* Cañada de la Barrigona, R. Acevedo 1199 (MEXU); **OAXACA:** *Municipio Asunción Ixcaltepec:* 50 m al S de la brecha a Cieneguilla, ladera N de Cerro Timbón, 16° 44' 39.7" N, 94° 58' 43.7" O, S. Salas 4569 (IEB); a 1.4 km en línea recta al SO de Nizanda, J. Meave, Pérez, E. 1819 (MEXU) **SINALOA:** *Municipio Mazatlán:* J. González 7258; **SONORA:** *Sin municipio:* Cañón las Barajitas, Sierra el Aguaje, 18 km NW de San Carlos, 28° 3' 12" N, 111° 10' 56" O, R. Felger 29-191; Cerca de Bachomojaqui, a 5 km de Camahuiroa camino a Las Bocas, T. Van Devender 98-2109 (MEXU).

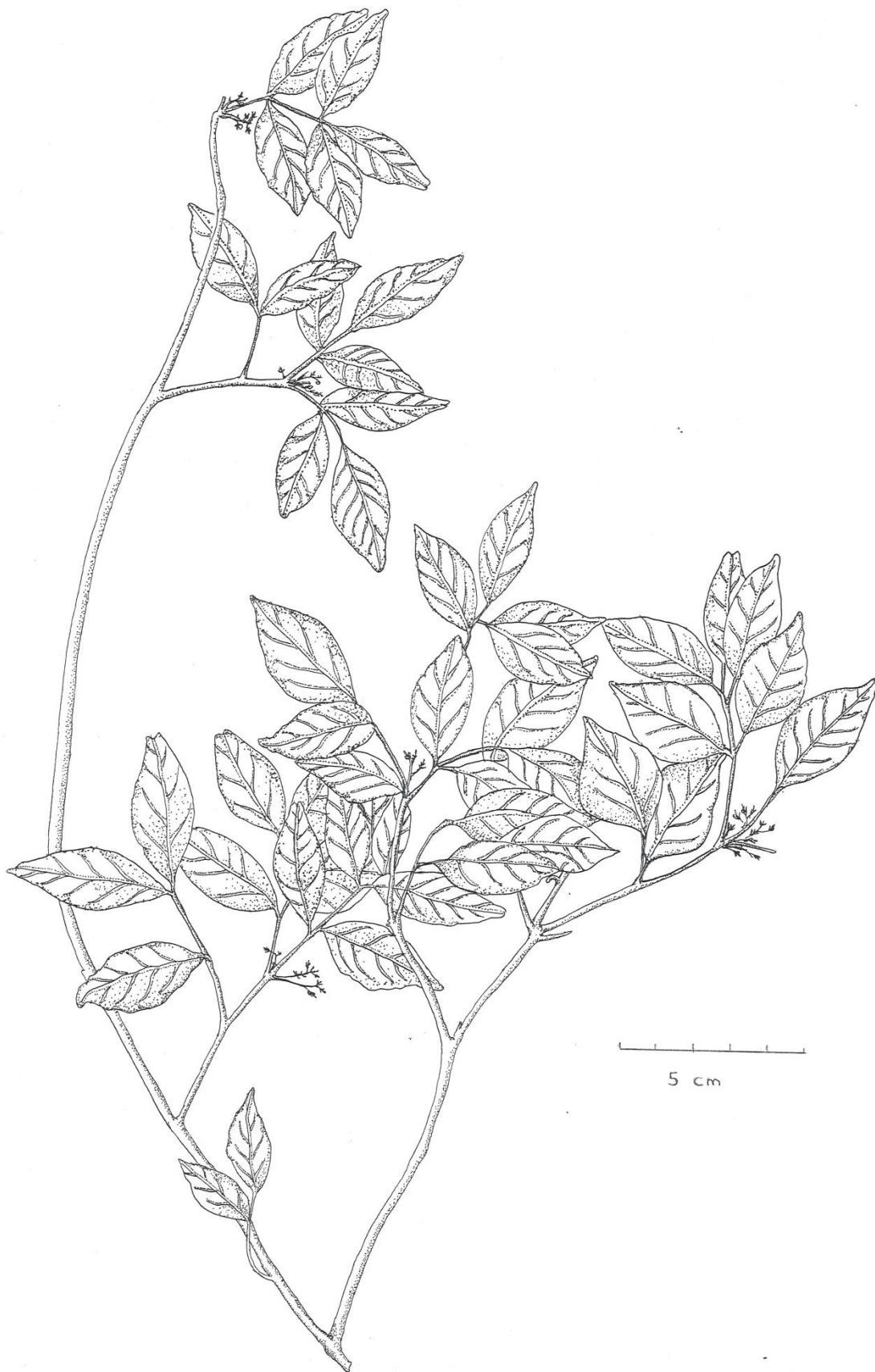


Fig. 15 *Amyris balsamifera* L.

Meave, J., Pérez, E., Gallardo, C. 1819

Amyris carterae Rebman et Chiang, Novon 15(2) 350-353. 2005. Tipo: Mexico: Baja California Sur: Sierra Guadalupe, W of Mulegé, Guadalupe Canyon, ca. 14 mi. SW of San José de Magdalena, 500 m, 26°56'54"N, 112°22'15"W, 25 Sep 1998. J.P. Rebman & J.L. Zuniga 5634. Holotipo: SD! 142880. Isotipos: BCMEX, HCIB, MEXU!, MO, RSA!, UC! ASU!. (Fig. 16).

Nombre común local: Gobernadora (Baja California Sur).

Árbusto 2 m de alto. **Ramas** indumentadas. **Hojas** opuestas a subopuestas, imparipinnadas; pecíolos de 5 a 15 mm de largo, tomentosos; peciólulos tomentosos, verde claro a amarillentos, laterales 1 a 3 mm de largo, terminales 0.3 a 0.5 mm de largo; raquis 5 a 12 mm de largo; folíolos 5, 7 o 9, imparipinnados, ovados, en ocasiones cordados, puberulentos, el haz notoriamente mas lustroso que el envés, con glándulas oleíferas en haz y envés; folíolos laterales 8 a 14 mm de largo, 8 a 13 mm de ancho, terminales 13 a 20 mm de largo, 9 a 14 mm de ancho; ápice agudo; margen crenado, indumentado; base redondeada, a veces ligeramente cordada. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos de 9 a 21 mm de largo, amarillentos; brácteas 0.5 a 0.8 mm de largo, tomentosas, amarillentas. **Flores** sobre pedicelos de 1 a 2 mm de largo; sépalos 4, connados en la base, tomentosos; pétalos 4, blanco amarillentos con glándulas pardas. El resto de la flor no vista. **Fruto** inmaduro tomentoso.

Distribución. Baja California sur

Hábitat. Entre 390 y 1000 m de altitud.

Fenología. Florece de septiembre a noviembre. El ejemplar tipo se colectó con fruto maduro en septiembre.

Ésta es la especie más recientemente descrita del género *Amyris* en México (2005) y hasta ahora es endémica de Baja California sur. Se distingue por presentar hojas compuestas, imparipinnadas y presenta semejanza con *A. madrensis* Watson; en este sentido Rebman y Chiang (2005) señalan que *A. madrensis* a diferencia de *A. carterae* no presenta folíolos lustrosos, ni venación lateral prominente, como ocurre en *A. carterae*. También mencionan que la distribución de ambas es otro factor que las diferencia, pues las poblaciones de *A. carterae* se presentan en la parte noroeste de México, en sustratos volcánicos, mientras que

A. madrensis ocurre en sustratos de piedra caliza en el centro y noreste del país. Los autores mencionan también que una característica distintiva de *A. carterae* es que la pubescencia está siempre presente en las inflorescencias y en las hojas jóvenes, las cuales se vuelven glabras en la madurez, mientras que en *A. madrensis* la pubescencia puede estar o no presente.

En este trabajo sólo se contó con el ejemplar tipo y pudo confirmarse que la diferencia en color y brillo en haz y envés es muy notoria, siendo el envés de un color mucho más débil y sin brillo en comparación con el haz, lo cual en general no ocurre en *A. madrensis* pero no puede tomarse como una característica que las diferencie pues puede ser variable. Un ejemplo es la colecta de *J.A. Villareal 8940* (MEXU) de *A. madrensis* la cual presenta esta misma característica, aunque no tan notoriamente. En este sentido el instrumento podría servir mejor para diferenciarlas como afirman los autores (en *A. madrensis* Watson los folíolos pueden ser glabros o no en hojas jóvenes) y haría falta la revisión de un mayor número de ejemplares, tanto jóvenes como maduros, de *A. carterae*. Una característica que puede también diferenciar a ambas especies es que algunos de los folíolos de *A. carterae* pueden tener base cordada a diferencia de *A. madrensis*, donde no ocurre esto. Otra característica de *A. carterae* es la apariencia de las glándulas en los folíolos, que son puntos negros, grandes, muy notorios, a diferencia de *A. madrensis* y en general de todas las especies del género, donde las glándulas son más pequeñas. Otra característica que distingue a *A. carterae* es la textura de sus folíolos que son un poco menos coriáceos que los de *A. madrensis*.

Ejemplar examinado: BAJA CALIFORNIA SUR: Sierra de Guadalupe, al Oeste de Mulege; cañón Guadalupe; aprox. 14 millas al suroeste de San José de Magdalena, 26° 50' 54" N, 112° 22' 15" W, *Rebman 5634* (MEXU) (Isotipo).

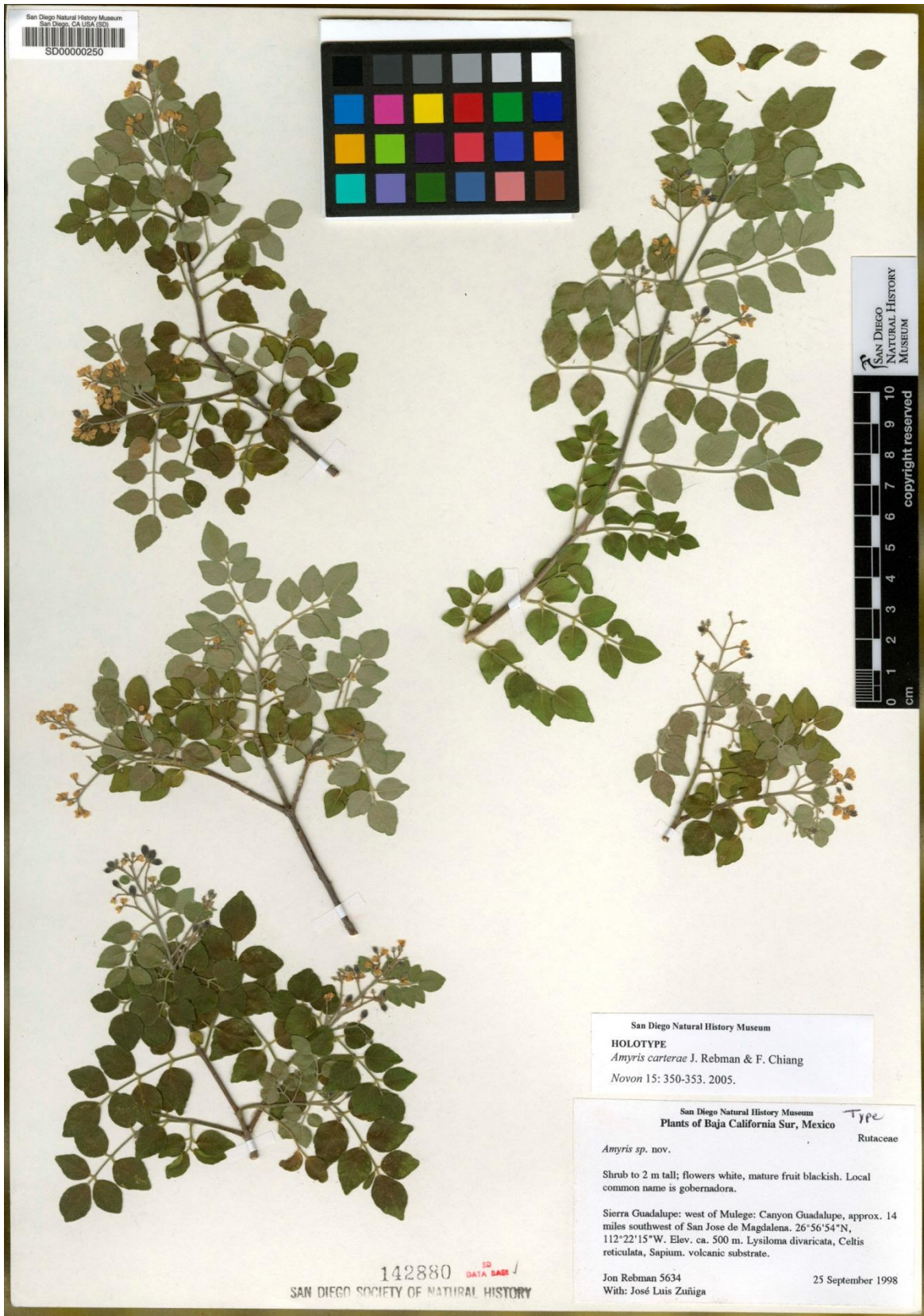


Fig. 16 *Amyris carterae* Rebman et Chiang

Rebman 5643 (SD) (Holotipo)

Amyris konzatti Standl., Journal of the Washington Academy of Sciences 13: 6. 1923. Tipo: Mexico: Los sabinos, between Juchatengo and Santa Ana, Oaxaca, Mexico, altitude 1000 m, Dec 29, 1921. *C. Konzatti* (no. 4556). Holotipo: US! (1110840). (Fig. 17).

Ramas glabras. **Hojas** alternas; peciólulos tomentosos, verde claro a amarillentos, laterales de 1 a 3 mm de largo; raquis 40 a 70 mm de largo, finamente puberulento; folíolos cerca de 21, ovados u ovado-rómbicos, puberulentos, 6 a 12 mm de largo, 3 a 8 mm de ancho; ápice obtuso o redondeado; márgen entero a crenulado; base oblicua. **Inflorescencias** en panículas terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos glabros. **Flores** sobre pedicelos de 5 a 10 mm de largo; **Fruto** una drupa globosa, 8 a 10 mm de diámetro. (*Tomado de la descripción original de Standley, 1923*).

Distribución. Se conoce sólo de la localidad tipo en el estado de Oaxaca.

Hábitat. Bosque de *Quercus* a 1000 m.s.n.m.

Fenología. No hay datos reportados para esta especie.

Amyris konzatti Standl. se distingue de las demás especies de *Amyris* en México, ya que alcanza el mayor número de folíolos (hasta 21 según la descripción original). Presenta semejanza con *A. madrensis* Watson y *A. cartereae* Rebman et Chiang, pero se distingue de éstas por tener hojas alternas; de *A. madrensis* se diferencia por sus folíolos con base oblicua, glabros (o a veces esparcidamente puberulentos en el haz). En *A. cartereae* la base de los folíolos es redondeada o a veces ligeramente cordada, sus folíolos presentan un color más intenso en el haz, mientras que el envés es verde pálido o grisáceo y sus inflorescencias son densamente indumentadas, ninguna de estas características ocurre en *A. konzatti*. Las inflorescencias en *A. konzatti* son terminales según la descripción original, lo cual también la distingue de las otras especies donde las panículas pueden ser axilares o terminales; sin embargo esta característica podría rectificarse, al revisar ejemplares. Según Standley (1923) *A. konzatti* no se relaciona con ninguna especie de *Amyris* previamente conocidas para Norteamérica y se considera aquí una especie endémica de México. Se encuentra ausente en los herbarios revisados y sólo se contó con la imagen del tipo del United States National Herbarium (US) para su consulta. Hace falta un trabajo de campo y de colecta detallados para conocer su distribución, fenología y datos morfológicos adicionales.

Ejemplar examinado: OAXACA: Sin municipio: Los Sabinos, entre Juchatengo y Santa Ana, C. Conzatti 4556 (US) (imagen del tipo).



Fig. 17 *Amyris konzatti* Standl.
C. konzatti 4556 US (Tipo)

Amyris cordata I.M. Johnst., Journal of the Arnold Arboretum 31: 191. 1950. Tipo: Mexico: Tamaulipas: Cerro Ladinas near San José, Sierra de San Carlos limestone ledges. July 11, 1930. H.H. Bartlett 10242. Holotipo: GH! Isotipo: US! (Figs. 18 y 19).

Árboles o arbustos 2 m de alto, monoicos. **Ramas** glabras. **Hojas** alternas a subalternas; pecíolos de 8 a 15 mm de largo, muy glabros, engrosados en la base, verde claro; peciólulos laterales 5 a 7 mm de largo, corrugados; terminales 2 a 5 mm de largo, corrugados; folíolos 3, cordados, glabros, con glándulas oleíferas en haz y envés; folíolos laterales, 15 a 28 mm de largo, 15 a 20 mm de ancho; terminales, 20 a 45 mm de largo, 17 a 30 mm de ancho; vena media y nervaduras muy marcadas en haz y envés; ápice acuminado; margen crenado a ligeramente aserrado; base cordada. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos de 5.5 a 12 mm de largo, glabros, verde-amarillento claro; brácteas 0.5 a 0.8 mm de largo, glabras, amarillas, en ocasiones con tonos oscuros; bractéolas 0.3 a 0.6 mm de largo; bracteólulas 0.3 a 0.4 mm de largo. **Flores en botón** sobre pedicelos de 1 a 3 mm de largo, blanco amarillentas; bractéolas 0.3 a 0.6 mm de largo; sépalos 4, connados, amarillos, 1 mm de largo, 0.5 a 1 mm de ancho; pétalos 4, libres, 0.5 a 0.6 mm de largo, 0.5 a 0.7 mm de ancho, blanco-amarillentos, con glándulas pardas; estambres 5; filamentos 0.2 mm de largo, glabros; anteras versátiles, 0.2 a 0.5 mm de largo; ovario súpero, unilocular, glabro de 0.1 mm de diámetro, estilo 1; disco nectarífero 0.4 mm de diámetro. **Fruto** una drupa, 6 mm de diámetro, amarillo-pardo.

Distribución. Se distribuye en el estado de Tamaulipas.

Hábitat. Matorral xerófito, entre los 610 a 2000 m.s.n.m.

Fenología. Se ha colectado con flores en botón en el mes de abril. Hace falta información sobre este aspecto, dado que sólo se encontró un ejemplar con estas características. Fructificación en los meses de agosto y septiembre.

Esta especie parece ser endémica de México y según Johnston (1950) podría serlo del estado de Tamaulipas, más específicamente de la Sierra de San Carlos. Se ha encontrado en sustratos calizos y se distingue por sus folíolos siempre cordados, su textura totalmente glabra

y de apariencia plástica, el color verde amarillo de sus ramas y pecíolos y el color verde claro de sus folíolos.

Está poco representada en los herbarios, probablemente por su limitada distribución. Ha sido relacionada con *A. texana* (Buckley) P. Wilson y en la revisión de ejemplares de herbario fue común encontrar algunos pertenecientes a esta especie, identificados como *A. texana*. Es evidente que una clara diferencia entre ambas especies son la forma de los folíolos, que son siempre cordados y ovados en *A. cordata* I.M. Johnst y generalmente ovado-elípticos y con margen erosado en *A. texana*. *A. cordata* puede alcanzar mayores tamaños en sus folíolos. Además de esto, la textura y el indumento en ambas especies son caracteres útiles para diferenciarlas. Para Johnston (1950) la forma cordada de los folíolos de *A. cordata* y lanceolada en *A. texana* así como los peciólulos laterales que considera subsésiles en *A. texana* son características básicas para diferenciar ambas especies, como también el tamaño de la flor, que él afirma: “aparentemente más grande en *A. cordata* que en *A. texana*”. Esto no pudo observarse durante la revisión de ejemplares para este trabajo, ya que no se tuvo acceso a un ejemplar con flor en anthesis de *A. cordata*. El color de las flores de *Amyris* es crema o blanco, sin embargo tanto para esta especie como para *A. texana* y *A. elemifera* se encontró el dato observado en campo de flores de color verdoso a verde; al respecto no se menciona información en las descripciones originales y habría que estudiar en campo la frecuencia o tiempos de esta característica en estas especies. Para *A. cordata* no se tuvo acceso a un ejemplar con flores en anthesis y los botones presentan un color crema verdoso. En *A. texana* las flores sí se observaron de color crema.

A pesar de que ambas especies son distinguibles entre sí, la imagen del isotipo de *A. texana* del United States National Herbarium (US) presenta una clara semejanza con *A. cordata* en el ancho de los folíolos y en que algunos de ellos tienen base cordada, lo cual no se observó en la revisión de ejemplares, esto indica que pueda haber un entrecruzamiento entre ambas, dado que comparten su área de distribución en el estado de Tamaulipas, sitio donde fue colectado el isotipo referido (Cerro Ladinas).

Morfología foliar

Se trata de una especie hipostomática. El haz presenta células epidérmicas irregulares, globosas, glándulas notorias, aisladas que son prominencias redondeadas y ceras epicuticulares granulares. Se observaron cristales filamentosos en esta zona.

El envés presenta estomas abundantes, distribuidos uniformemente en la superficie, el aparato estomático presenta un collar cuticular redondo de superficie rugosa. Se encuentran prominencias papilosas, aisladas. La vena media presenta células alargadas, con ceras epicuticulares granulares y carece de estomas. Haz y envés carecen de tricomas.

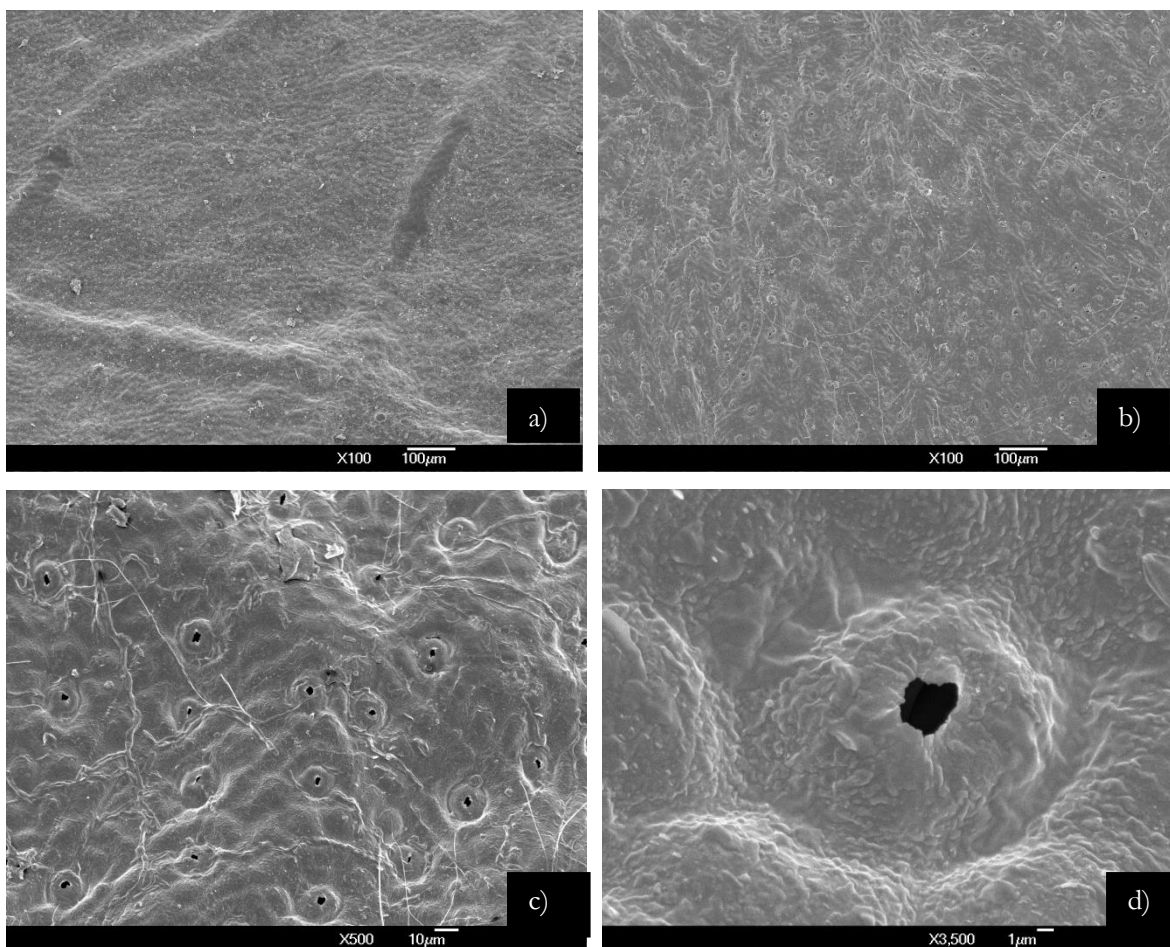


Fig. 18. *Amyris cordata* I.M.Johnst. a) Superficie del haz. b) Superficie del envés. c) Envés de *A. cordata* con estomas. d) Collar cuticular redondo del estoma.

Ejemplares examinados: TAMAULIPAS: Municipio Llera: Castellanos *H. Puig*, 2926 (ENCB); Municipio Victoria: Río San Marcos, 17 km al W de Cd. Victoria, *M. Martínez* 784 (ENCB); Sin municipio: 2 km al SE de San Miguel, Sierra San Carlos, *O. Briones* 1848

(MEXU, ENCB,); 6 millas al SW de Victoria camino a Jaumave. *J. Crutchfield 5576*
(MEXU); Cañón El Abra, *E. Hernández X. sin núm.* (CHAP, CHAPA); km 179, carretera
Victoria-Llera, *M. Mahinda 487* (UAMIZ, CICY, MEXU)



Fig. 19 *Amyris cordata* I.M. Johnst.

Briones O.L. 1848 (MEXU)

Amyris chiapensis Lundell, *Wrightia* 4(3): 110-111. 1969. Tipo: Mexico: Municipio of Ocozocoautla de Espinosa: steep heavily wooded slope on the southwest side of Presa de Malpaso, Oaxaca, elev. 2200 ft., 2 Mar 1968, flowers white, tree 40 ft tall. *Alush Shilom Ton* 3762. Holotipo: LL. Isotipo: ENCB!, CAS! (Figs. 20 y 21).

Árboles 12 metros de alto, monoicos. **Ramas** glabras, lenticeladas. **Hojas** opuestas; pecíolos de 30 a 40 mm de largo, glabros, la base ligeramente engrosada; peciólulos laterales 0.4 a 0.6 mm de largo; terminales 0.5 a 0.7 mm de largo; folíolos 3 a 7 obovados a elípticos, glabros, con glándulas oleíferas en haz y envés; folíolos laterales, 35 a 48 mm de largo, 19 a 22 mm de ancho, terminales, 30 a 55 mm de largo, 25 a 45 mm de largo; ápice acuminado o redondeado; margen entero a crenado; base cuneada a decurrente. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos 8 a 20 mm de largo, pilosos; brácteas 0.5 a 0.8 mm de largo, pilosas, acuminadas, oscuras, a veces con la punta clara. **Flores** sobre pedicelos de 2 a 3 mm de largo, pilosos; bractéolas 0.5 a 0.6 mm de largo; sépalos 4, connados, cerosos, ligeramente indumentados, 0.7 a 1 mm de largo, 0.8 a 1 mm de ancho; pétalos 4, blanco-amarillentos, libres, imbricados con glándulas oleíferas, 3.7 a 4.5 mm de largo, 2 a 2.5 mm de ancho, con glándulas pardas; estambres 8, filamentos 2.3 a 3.7 mm de largo, anteras 0.8 a 1.2 mm de largo, cerosas, blancas, ligeramente puberulentas; ovario súpero, unilocular, glabro, ligeramente indumentado en la base, tuberculado, de 0.9 a 1 mm de diámetro; estilo 1; disco nectarífero 0.7 a 0.8 mm de diámetro, tuberculado, muy ceroso, ligeramente indumentado en la base. **Fruto** no visto.

Distribución. Esta especie se distribuye en el estado de Chiapas.

Hábitat. Bosque tropical caducifolio o bosque tropical subcaducifolio. El dato de altitud con el que se cuenta es de 670.5 m.s.n.m. Se encontró creciendo en ladera de bosque densamente poblado.

Fenología. Se colectó con flores en el mes de marzo. Es necesario trabajo de campo para tener mayor información, sólo pudo observarse un ejemplar con flor. No hay datos sobre la fructificación de la especie.

Esta especie se distingue porque sus pecíolos, peciólulos y folíolos alcanzan el mayor tamaño entre las especies que pueden tener más de 3 folíolos del género *Amyris* en México.

También se distingue porque puede presentar el ápice redondeado en algunos folíolos y acuminado en otros. Lundell (1969) señaló que puede confundirse con *A. sylvatica* Jacq. pero que es distinta en que las hojas y flores de esta última son más pequeñas, además de que presenta hojas alternas a diferencia de *A. chiapensis*. Cabe señalar también que *A. chiapensis* tiene folíolos más alargados y oscuros con respecto a *A. sylvatica* y en esta última son sólo tres. Es endémica del estado de Chiapas, pero hacen falta más colectas en campo para saber si se limita únicamente a este estado. Se encuentra muy escasamente representada en los herbarios, únicamente se tuvo acceso a un ejemplar (isotipo) en la revisión para este trabajo.

Morfología foliar

La especie es hipostomática, con estomas hundidos en el envés y células subsidiarias desarrolladas. Éstos se encuentran rodeados por seis células papilosas las cuales cubren a su vez toda la superficie del envés. Existen glándulas bien definidas aisladas en esta superficie y en el ápice aparecen casi libres de papilas. Se presentan tricomas unicelulares filiformes distribuidos uniformemente en el envés y la vena media. Ésta presenta células rectangulares alargadas y está libre de otras estructuras. El haz de *A. chiapensis* carece de alguna estructura específica. Las células epidérmicas son irregulares y dan la apariencia de ondulaciones a lo largo de toda la superficie. Se presentan ceras cuticulares granulares.

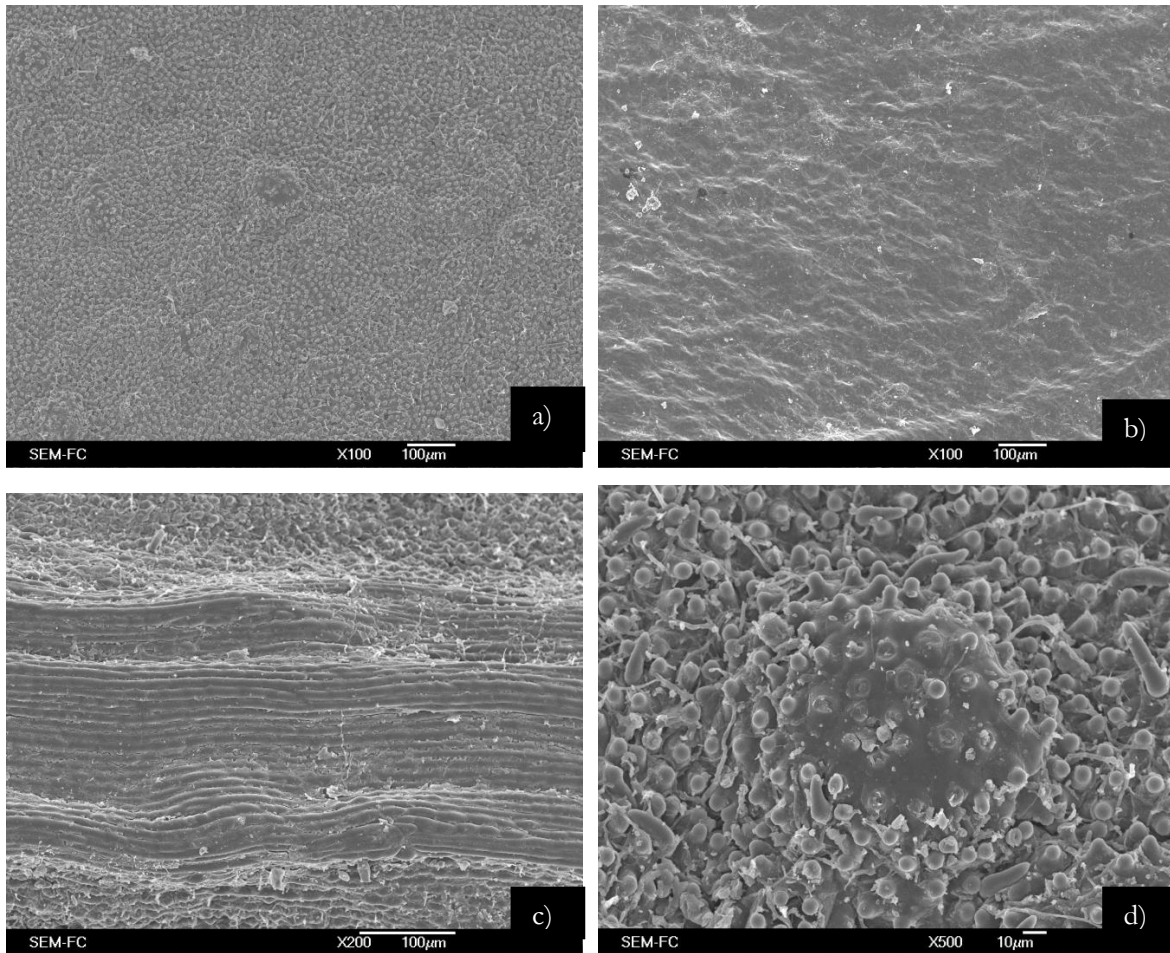


Fig. 20. *Amyris chiapensis* Lundell. a) Envés con glándulas aisladas. b) Superficie del haz. c) Vena media. d) Glándula del envés.

Ejemplar examinado: CHIAPAS: Municipio Ocozocuaatla de Espinosa: Suroeste de la Presa Malpaso, A. *Shilom* 3762 (ENCB).



Fig. 21 *Amyris chiapensis* Lundell
Shilom, A.T. 3762 (ENCB)

Amyris elemifera L., Systema Naturae, Editio Decima 2: 1000. 1759. Tipo: no citado en la descripción original. Lectotipo: Carolina. LINN! designado por Howard en Fl. Lesser Antilles 4:557 (1998). (Figs. 22 y 23)

Amyris maritima Jacq. Enum. Syst. Plant., quas in insulis Caribaeis 19. 1760. Tipo: No citado

Amyris floridana Nutt. Am. Jour. Sci. 5: 294. 1822. Tipo: No citado

Amyris vestita Lundell Wrightia 2 (2): 53. 1960 Tipo: Guatamala: Peten, Tikal. Holotipo: LL! Isotipo: GH!, S!, US!

Elemifera maritima Kuntze, Rev. Gen. 100. 1891. Tipo: No citado

Nombre común local: Palo de gas (Quintana Roo), Chascarrillo (Campeche), Torchwood (E.U.).

Árboles o arbustos, 2 a 10 m de alto, monoicos. **Ramas** glabras a ligeramente indumentadas. **Hojas** persistentes, opuestas; pecíolos de 7 a 30 mm de largo, glabros, en ocasiones ligeramente indumentados; peciólulos laterales 1 a 5 mm de largo, terminales 7 a 20 mm de largo; folíolos 3 a 5, ovados a ovado-lanceolados, glabros, con glándulas en haz y envés; folíolos laterales 30 a 55 mm de largo, 15 a 30 mm de ancho, terminales 20 a 55 mm de largo, 15 a 30 mm de ancho; ápice acuminado, algunas veces truncado, margen entero o ligeramente crenado; base brevemente cuneada, en ocasiones ligeramente convexa. **Inflorescencias** en panículas, axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos oscuros, ligeramente indumentados a indumentados, 2 a 15 mm de largo; brácteas 1.2 a 2 mm de largo, glabras o indumentadas; bractéolas 0.6 a 1 mm de largo. **Flores** sobre pedicelos de 0.5 a 1.7 mm de largo; bracteólulas 0.5 a 0.6 mm de largo; sépalos 4, connados, puberulentos, 0.4 a 0.6 mm de largo, 0.4 a 0.5 mm de ancho; pétalos 4, libres, blanco-amarillentos, 1.6 a 3 mm de largo, 0.5 a 1.2 mm de ancho, con glándulas pardas; estambres 8, filamentos 1 a 2.5 mm de largo, glabros, anteras versátiles 0.3 a 0.5 mm de largo; ovario súpero, unilocular, tuberculado, a veces alargado, ceroso, oscuro, muy ligeramente indumentado, con pelos largos, de 0.3 a 0.5 mm de diámetro; estilo 1; disco nectarífero ligeramente indumentado, rojizo, de 0.5 a 0.8 mm de diámetro. **Fruto** una drupa globosa oscura en la madurez.

Distribución. Esta especie se distribuye al sureste del país en Yucatán, Campeche, Quintana Roo y también en los estados de Veracruz y Chiapas.

Fuera de México *A. elemifera* L. se distribuye en el sur de la península de Florida, las Bahamas, Antillas Menores y Mayores, y Centroamérica. Gerau (1991) encontró sólo una

colección en Venezuela que presenta colectas de *A. elemifera* de la isla Testigo Grande, por lo que es importante la revisión de la distribución de la especie en América del Sur.

Hábitat. Bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña y bosque tropical subcaducifolio; entre los 3 y 1500 m de altitud. Se ha encontrado creciendo cerca de *Bursera*, *Pithecellobium*, *Guaiacum*, *Coccoloba*, *Manilkara*, *Sideroxylon*, *Esenbeckia* y *Amyris*.

Fenología. Floración de enero a mayo. Fructificación de abril a diciembre.

Esta especie es la mejor representada del género en los herbarios; ha sido relacionada con la especie tipo del género, *A. balsamifera* L. pero se diferencia de ella por el tipo de indumento en ramas y pecíolos y por sus folíolos glabros que en *A. balsamifera* son de indumento casi siempre tomentoso. Es típica del sureste donde es conocida como “palo de gas” y se distingue por sus folíolos ovado-lanceolados, glabros, que pueden ser de tres a cinco mientras que en *A. balsamifera* pueden llegar a los 7. De acuerdo a Fawcett (1910) y Kunkel (1913) en descripciones para las especies de Jamaica y sureste de Estados Unidos respectivamente, otra diferencia entre ellas es la drupa globosa de *A. elemifera* que en *A. balsamifera* es elipsoidal a ovoide-elipsoidal y de mayor tamaño. La flor de *A. elemifera* es de color blanco-amarillenta o crema como es característico del género pero en la colecta de *J. Dorantes 4166* y *J. Aguilar 224* se describe la flor observada en campo como verdosa.

A. elemifera L. ha sido relacionada con *A. maritima* Jacq, *A. vestita* Lundell y *A. sylvatica* Jacq. Con la primera, según las breves descripciones originales de ambas, se asemejan en que tienen 3 folíolos, pero es con la única información que se cuenta en dichas descripciones. Britton (1908), Fawcett (1910), Britton y Millspaugh (1920), Gerau (1991), y más recientemente, el sitio www.theplantlist.org consideran a *A. maritima* como sinónimo de *A. elemifera*. La descripción de *A. maritima* Jacq. de Urban (1896), es la más completa para esta especie a la que se tuvo acceso, pero se trata de una interpretación de otro autor, lo que impide que pueda asegurarse que se trate de la especie a la que se refiere la breve descripción original; coincide en varios puntos con la descripciones que existen para *A. elemifera* pero Urban describe a *A. maritima* como una especie con siempre tres folíolos y ginóforo bien desarrollado, lo que no corresponde con *A. elemifera*. Kunkel (1913) también distingue a ambas por el desarrollo del ginóforo y Fawcett (1910) dice que *A. elemifera* puede presentar un ginóforo parcialmente desarrollado. Por su parte Sargent (1831) utilizó el nombre de

Amyris maritima Jacq. para un árbol de Florida en *The Silva of North America*, pero explica que cuando se publicó ese nombre en 1760, no se tomó en cuenta que Linneo había utilizado el nombre de *Amyris elemifera* anteriormente para la misma planta y menciona que la separación que Urban hace de ambas por el desarrollo de ginóforo en *A. maritima* y la pubescencia variable en *A. elemifera* fueron descritas por Robinson como de poco valor para separarlas, por lo que ambos nombres deben referirse a la misma planta y considerarse sinónimas.

Por las diferencias que estos autores describen entre ambas especies podría también determinarse a *A. maritima* como una variedad de *A. elemifera*, pero al no contar con ejemplares para decidir al respecto y por lo mencionado anteriormente, se considera a *A. maritima* como un sinónimo de *A. elemifera* en este trabajo. Hay que recordar que el nombre de *A. maritima* surge porque la especie se ha encontrado creciendo en la costa (Don, 1832; Macfayden, 1837) y puede ser que las diferencias expresadas por los autores, se den en los ejemplares que crecen en estos ambientes para lo cual se necesitaría un trabajo de campo detallado.

Cabe mencionar que en la revisión de herbarios realizada para este trabajo no se encontró más que un ejemplar (*M. Vásquez V-937*) en un herbario (XAL) designado como *A. maritima* que se alejaba de la descripción de Urban (1896) y al no contar con flores ni frutos, se hace poco precisa su determinación, por lo que no fue posible tomarlo como referencia.

Amyris elemifera ha sido relacionada también con *Amyris vestita* Lundell. Lundell (1960) consideró arriesgado proponer un segregado más relacionado con *A. elemifera* y afirmó que *A. vestita* difería notablemente por tener un ovario piloso, característica que a su parecer la acercaba más a *A. balsamifera*. Sin embargo, entre ellas no se encontró una diferencia marcada en el indumento del ovario, en la realización de este trabajo. *A. elemifera* y *A. vestita* también coinciden en su morfología general y la diferencia entre los ejemplares de *A. elemifera* y *A. vestita* revisados es la forma de los folíolos, que pueden considerarse más anchos y de menor tamaño en *A. vestita* y con un acumen del ápice más largo en algunos folíolos; sin embargo, los ejemplares de *A. vestita* corresponden a Guatemala y esta característica puede tratarse de una variación de la especie en esta zona. Estudios moleculares podrían proporcionar más información sobre si existen diferencias más profundas entre ambas, pero en este trabajo se consideran sinónimos.

A. elemifera fue relacionada también con *A. sylvatica* Jacq. por Record (1940) quien consideró que junto con *A. balsamifera* L. podría tratarse de una variedad de la especie, sin embargo *A. sylvatica* presenta hojas alternas, siempre con tres folíolos, con frecuencia más anchos que *A. elemifera*. El color de los folíolos de *A. sylvatica* es de un verde más pálido a diferencia de *A. elemifera*, donde el color verde es más intenso y lustroso. *A. sylvatica* también alcanza mayores tamaños que *A. elemifera* y su venación es amarillenta y frecuentemente muy marcada, a diferencia de *A. elemifera*.

A. sylvatica comparte su distribución en la península de Yucatán con *A. elemifera* L. pero se ha encontrado también en Nayarit y Oaxaca donde *A. elemifera* está aparentemente ausente.

Morfología foliar

Esta especie es hipostomática. El haz presenta una superficie uniforme, con ceras epicuticulares granulares, con células abultadas pero menos emergentes que en otras especies. Los estomas se encuentran en el envés rodeados de cinco células papilosas; el resto del envés presenta células irregulares globosas y tricomas simples, filiformes, de apariencia gruesa, muy aislados. La vena media tiene células muy alargadas y carece de estomas. En esta zona se encontraron cristales filiformes con ápices triangulares o rectangulares (Fig.11-a).

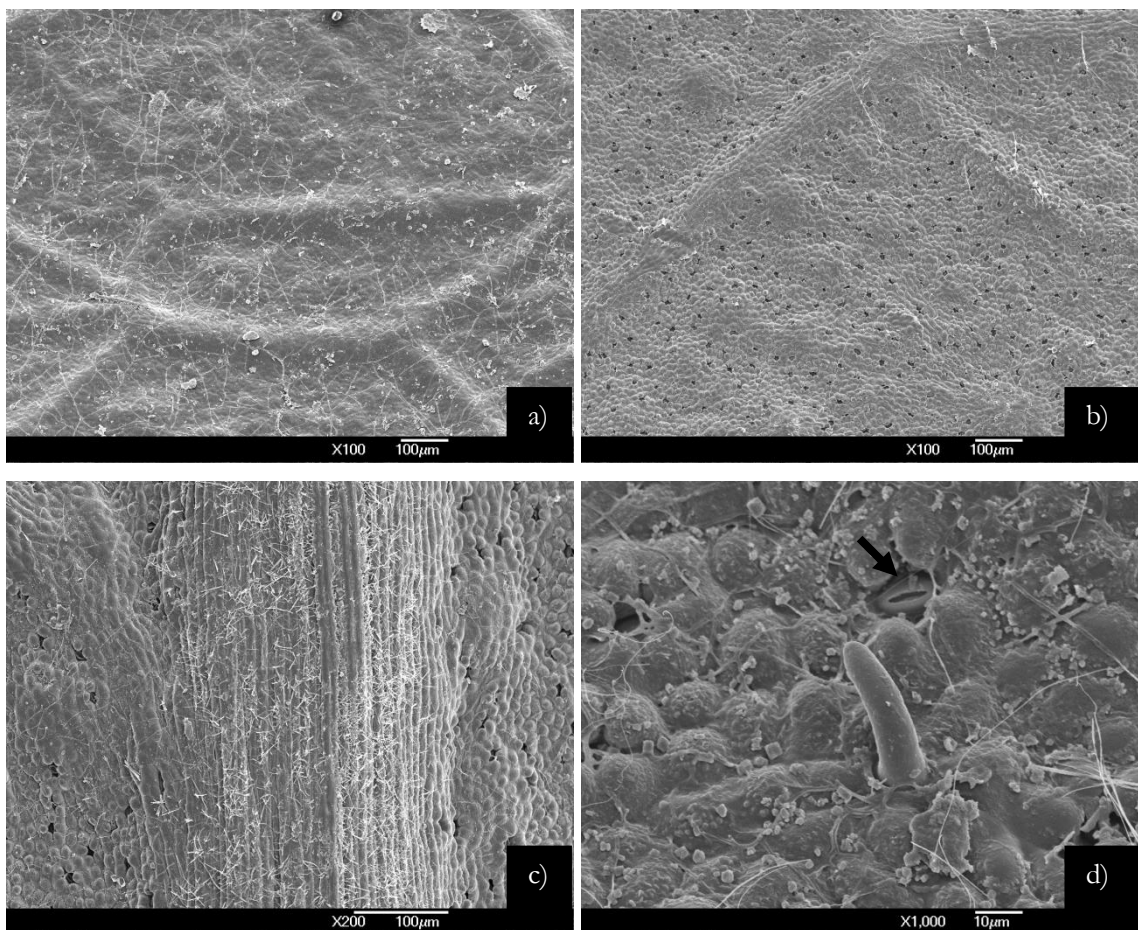


Fig. 22. *Amyris elemifera* L. a) Superficie del haz con hifas. b) Superficie del envés. c) Vena media con cristales. d) Tricoma unicelular y estoma del envés.

Ejemplares examinados: **CAMPECHE:** *Municipio Calakmul:*, puente El Puma, a 2 km al E de Calakmul 18° 7' 20" N, 89° 47' 26" O, *E. Martínez* 29937 (MEXU); 2 km al N de Nuevo Campanario, camino a Xpujil, 18° 27' 50" N, 89° 25' 38" O, *E. Martínez* 28354 (MEXU); 3 km al NE de Narciso Mendoza, 18° 15' 0" N, 89° 26' 20" O, *E. Martínez*, 30350 (MEXU); 2 km al NE de Calakmul, 18° 7' 20" N, 89° 47' 26" O, *E. Martínez* 29064 (MEXU); 34 km al S de la caseta de entrada a Calakmul, 18° 16' 26" N, 89° 49' 26" O, *E. Martínez* 28252 (MEXU); 2 km al W de Calakmul, 18° 7' 28" N, 89° 48' 56" O, *E. Martínez* 27696 (MEXU); 2 km al N de Núcleo arqueológico de Calakmul 18° 8' 31" N, 89° 48' 17" O, *C. Gutiérrez* 5220 (MEXU, XAL, UACAM); 2 km al NW DE Narciso Mendoza, 18° 13' 49" N, 89° 28' 23" O, *D. Álvarez* 239 (MEXU); 5.27 km al NE de Conhuas, 18° 34' 88" N, 89° 53' 50" O, *J. Calónico* 21769 (MEXU, CICY, UACAM); a 600 m al W de 16 de septiembre, 18° 0' 10" N, 89° 13' 15" O, *E. Martínez* 31900 (MEXU); Puente El Puma, 2 km al E de Calakmul, 18° 7' 20" N, 89° 47' 26" O, *E. Martínez* 29937 (CICY); a 34 km al S de la Caseta de entrada a Calakmul, 18° 16' 26" N, 89° 49' 26" O, *E. Martínez et al.* 28252 (CICY); *Municipio Champotón:* a 110 km al SW de Xpujil sobre camino a zona arqueológica de Calakmul, 18° 6' 0" N, 89° 45' 0" O, *A. Pascual* 549 (MEXU, UACAM); alrededores de Aguada Grande, *P. Zamora* 5416

(MEXU, CICY, UACAM); **Municipio Cd. del Carmen:** 5 km al S de Conahuas sobre la brecha al centro ceremonial Calakmul, carretera Escárcega-Chetumal, *E. Cabrera 15988* (MEXU, IEB); Campo experimental Forestal Tropical "El Tormento" km 5 Carr. Escárcega a Candelaria Campeche, *J. Chavelas ES-1741* (MEXU); Unidad de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad de Hampolol, 19° 56' 20" N, 90° 22' 2' O *P. Zamora 5389* (CICY, UACAM); Mpio. Hopolchén, Jardín botánico de Zob-Laguna a 10 km al N de Xpujil, camino a Dzibalchén, 18°35' N, 89°25' O, *A. Pascual 213* (CICY); **Municipio Hopolchén:** 4 km al NE de Xmaben, 19° 12' 10" N, 89° 17' 49" O, *G. Cabrera 383* (CICY); 3 km al NE de Xmaben, 19° 12' 10" N, 89° 17' 49" O, *G. Cabrera 382* (CICY, UACAM); Jardín Botánico de Zoh-Laguna, 10 km al N de Xpujil, camino a Dzibalchén, 18° 35' N, 89° 25' O, *A. Pascual 213* (MEXU); a 10 km al S de Xcan-ha camino a Xpujil, 19° 1' 28" N, 89° 17' 38" O, *E. Martínez et al. 27425* (CICY); **Sin municipio:** a 25 km al W de Xpujil sobre carretera Escárcega-Chetumal, *E. Cabrera 5119* (MEXU, ENCB); 5 km al SO de Conhuas, por el km 99 de la carretera Escárcega-Chetumal, *E. Cabrera 4820* (MEXU, ENCB, UAMIZ); Zona aqueológica de Chicana a 6 km al O de Xpujil, sobre carretera Chetumal-Escárcega, *E. Cabrera 6980* (MEXU); **CHIAPAS: Municipio Tuxtla Gutiérrez:** El Zapotal, al SE de Tuxtla Gtz, 16° 43' 0" N, 93° 6' 0" O, *E. Palacios 2009* (MEXU); El Zapotal al SE de Tuxtla Gutiérrez, 16° 43' N, 93° 6' O, *E. Palacios 1982* (UAMIZ); **Municipio Las Rosas:** 1.2 km al NW de Pinola Las Rosas, a lo largo del camino a Teopisca, *D. Breedlove, 41152* (MEXU); El Sumidero, Cafetal, cerca de La Coyota, *F. Miranda 7904* (MEXU); **Municipio Ocosocuaula:** 15 km al NW de Ocosocuaula, *D. Breedlove 29036* (MEXU); **Municipio Chapa de Corzo:** El Chorreadero, *D. Breedlove 39692* (ENCB); arriba de El Chorreadero, *D. Breedlove 48874* (ENCB); **Municipio Tzimol:** 15 km al S del camino de Comitán a Tzimol y Tuxtla Gutiérrez, *D. Breedlove 48928*; **Municipio Suchiapa:** 15 km al SW de Suchiapa a lo largo del camino a Villa Flores, *D. Breedlove 28240* (ENCB); **QUINTANA ROO: Municipio Cozumel:** S de la Isla Cozumel, 20° 36' 0" N, 86° 44' 0" O, *C. Chan 5595* (MEXU); en el parque Chancanab a 9 km al S de San Miguel de Cozumel, Isla Cozumel, *E. Cabrera 8250* (MEXU); 8 km al S de El Cedral, camino a Punta Celarain, isla de Cozumel, *E. Cabrera 6747* (MEXU); a 6 km al N de la carretera transversal en los alrededores de la zona arqueológica de San Jerbacio, en la Isla Cozumel, *E. Cabrera 6812* (MEXU); a 15 km al S de la cd de Cozumel, sobre la costera que va hacia la punta Sur, Isla de Cozumel, *E. Cabrera 6366* (MEXU); aprox. A 25 km al S de San Miguel de Cozumel, sobre camino a Palancar, *E. Cabrera 8734* (MEXU, ENCB); 200 m al S de la desviación al parque Chancanab sobre la carretera a la punta sur, isla de Cozumel, *E. Cabrera 11098* (MEXU, ENCB); Parque Chan Kanaab, *R. Bye et al. 15145* (MEXU); 2 km al N de la desviación al faro de la Punta Celarain, isla de Cozumel, *E. Cabrera 1136* (MEXU); Área de vegetación natural, en el parque Chan kanaab, isla de Cozumel, *E. Cabrera 10618* (MEXU); a 19 km al S de Cozumel, sobre camino a El Cedral, *O. Téllez 1925* (MEXU); a 1 km al S de Playa San Francisco, isla de Cozumel, *E. Cabrera 10528* (MEXU); S de la Isla de Cozumel, 20° 36' N, 86° 44', *C. Chan 5595* (CICY); **Municipio Carrillo Puerto:** km 8 de Vigía Chico-F Carrillo P. Reserva de la Biósfera de Sian Kaan, *R. Durán 858* (MEXU); **Municipio Cobá:** en el Sacbe no.3 camino a Sn. Pedro, 20° 29' 30" N, 87° 43' 55" O, *Barrera 369* (MEXU); **Municipio Puerto Morelos:** Jardín Botánico del CIQRO, *P. Herrera 119* (MEXU); **Municipio Othon P. Blanco:** a 6 km al NO de Estero Franco, sobre la carretera Chetumal-La Unión, *E. Cabrera 6628* (MEXU); Bajo la Muertita, 7 km al SE de Tres Garantías, 34 km al S de la desviación a Tomás Garrido por la carretera Chetumal-Escárcega; 75 km al W de Chetumal 18° 9' 41" N, 88° 56' 03" O, *J. Tapia 1906* (CICY); **Municipio Solidaridad:** En Xcaret, a 5 km al S de la desviación a Playa del Carmen,

E. Cabrera 9258 (MEXU, ENCB); a 6 km al N de Estero Franco, sobre el camino en construcción a Tomás Garrido, *E. Cabrera* 6896 (ENCB); a 11 km al S de Akumal, sobre la carretera Cancún-Tulum, *E. Cabrera* 4761 (ENCB, UAMIZ); a 6 km al N de Estero Franco, *E. Cabrera* 6096 (UAMIZ); **Municipio Isla Mujeres:** Zona de las ruinas de la Mundaca, 21° 15' N, 86° 45' O, *E. Ucan* 1053 (XAL); cerca de Hacienda Mundaca, aprox. 3.5 km al SE de la zona urbana de Isla Mujeres, *E. Cabrera* 13048 (IEB); 400 m al N del Parque Natural El Garrafón, sobre camino a zona urbana, Isla Mujeres, *E. Cabrera* 11018 (MEXU); frente al Parque Natural El Garrafón, aprox. 7 km al SE de la zona urbana de Isla Mujeres, *E. Cabrera* 14225 (MEXU, IEB); **Sin municipio:** 8 km de Unión, 110 km al SW de Chetumal, *G. Davidse et al.* 20149 (MEXU); a 9 km al N DE Puerto Morelos, *O. Téllez* 1567 (MEXU); 20 km al N de Tulum, *T. Ramamoorthy* 2087 (MEXU); a 3 km al N de Estero Franco, sobre el camino en construcción a Tomás Garrido (brecha "El Danto") *E. Cabrera* 3281 (MEXU); a 5 km al S de Akumal, sobre la carretera Cancún-Tulum, *E. Cabrera* 6502 (MEXU); a 4 km al N de Estero Franco, sobre el camino en construcción a Tomás Garrido (brecha El Danto), *E. Cabrera* 3321 (MEXU, ENCB); a 6 km al N de Pto. Morelos, en la carretera a Cancún, *M. Sousa* 10955 (MEXU, ENCB); a 6 km al SW de Pto. Morelos, sobre carretera en construcción a Leona Vicario (brecha Decobil), *M. Sousa* 11009 (MEXU); 8 km al N de Unión, 110 km SW de Chetumal, *G. Davidse et al.* 20164 (MEXU); a 5 km al S de Akumal, sobre la carretera Cancún-Tulum *E. Cabrera* 5520 (MEXU); a 5 km al S de Akumal, sobre la carretera Cancún-Tulum *E. Cabrera* 5528 (MEXU, ENCB); 6 km al NO de Estero Franco sobre camino a Tomás Garrido, *E. Cabrera* 8395 (MEXU); **VERACRUZ: Municipio Hidalgotitlán:** 19.7 km al O de La Laguna, sobre terracería a Sarabia; 2.8 km al O del entronque con camino al Poblado 2, 17° 13' 50" N, 94° 40' 40" O, *T. Wendt et al.* 3035 (ENCB, XAL); Brecha Hermanos Cedillo-La Escuadra, *B. Vásquez* 600 (ENCB); Camino Cedillo-Carolino Anaya, *J. Dorantes* 4166 (MEXU); **YUCATÁN: Municipio Dzidzantún,** 4 km al N de Dzidzantún, *E. Cabrera* 13255 (MEXU, IEB); **Municipio Dzemul:** 2 km al S del entronque a las ruinas de Xcambú, 21° 18' 0" N, 89° 19' 58" O, *G. Carnevali et al.* 6746 (CICY); 3 km al S de Xtampú, 21° 16' 40" N, 89° 18' 40" O, *F. May* 2201 (CICY); 7 km al N de Dzemul, 20° 15' 0" N, 89° 21' 0" O, *P. Simá* 1208 (CICY); 2 km al S del entronque a las ruinas de Xcambú, 21° 18' 0" N, 89° 19' 58" O, *G. Carnavelli et al.* 6746 (XAL, UACAM); Municipio Dzemul; km 8 de la carretera Dzemul-Xtampú; 2 km al S del entronque a ruinas de Xtampú, 21° 18' 10" N, 89° 19' 45" O, *J. Tapia et al.* 1813 (XAL); **Municipio Río Lagartos:** 4 km del entronque Río Lagartos-San Felipe rumbo a Las Coloradas, 21° 36' 0" N, 88° 0' 3" O, *P. Simá* 1291 (CICY); 4 km del entronque Río Lagartos-Sn.Felipe rumbo a Las Coloradas, 21° 34' 0" N, 88° 8' 0" O, *P. Simá* 1297 (CICY); camino a San Felipe, atajo a un rancho, 21° 35' N, 88° 16' O, *J. Leal* 240 (XAL); **Municipio Motul:** 5.25 km por el camino de terracería hacia la costa al N de Timul, pueblo 15.5 km al NW de Motul, 21° 14' 25" N, 89° 24' 2" O, *J. Tapia et al.* 1840 (XAL, UACAM); Motul-Telchac, *O. Enríquez* 327 (MEXU); 6 km al S de Chabihau, sobre el camino a Sta. Ana, *E. Cabrera* 10788 (IEB); **sin municipio:** a 2 km del municipio de Calotmul, *J. Aguilar et al.* 224 (MEXU); a 7 km al S de la desviación a Yucalpeten, sobre carretera Mérida-Pto. Progreso, *E. Cabrera* 9347 (MEXU).



Fig. 23. *Amyris elemifera* L.

E. Martínez 31900 (MEXU)

Amyris lurida Lundell, *Wrightia* 2 (2): 103. 1960.

Tipo: Mexico: Sinaloa: in valley, Rancho de Pino, near Chele, 9 May 1943. *C.L. Lundell 13025*.
Holotipo: LL. Isotipo: LL! S! (Fig. 24).

Árboles 8 metros de alto, monoicos. **Ramas** finamente pubescentes. **Hojas** opuestas a subopuestas; pecíolos hasta 2.5 mm de largo, glabros; peciólulos laterales, 3 a 7 mm de largo, glabros, peciólulo terminal sésil; folíolos 3 ó 5, elípticos a ovado-elípticos, glabros, coriáceos; 30 a 70 mm de largo, 15 a 40 mm de ancho; ápice obtuso; margen inconspicuamente crenulado, amarillento, más pálido en el envés, finamente pubescente a lo largo de la costa; base de folíolos laterales redondeada, base de folíolos terminales ampliamente cuneada. **Inflorescencias** en panículas terminales y axilares, finamente pubescentes; pedúnculos hasta 80 mm de largo con numerosas flores cada una. **Flores** finamente pubescentes, pedicelos menores a 1 mm de largo; sépalos 4, tempranamente deciduos, con glándulas, los lóbulos ovado-trianguulares, 0.5 mm de largo, ciliados; pétalos con glándulas suborbiculares; estambres 8; ovario con glándulas elevadas, piloso, unilocular con dos óvulos péndulos. **Fruto** no visto. (*Tomado de la descripción original de Lundell, 1960*).

Distribución. En el estado de Sinaloa.

Hábitat. Por la localidad del isotipo se infiere que la especie se distribuye en matorral xerófito o bosque espinoso.

Fenología. El isotipo se colectó con flores en botón en el mes de mayo. No hay datos sobre la fructificación de la especie.

Esta especie se distingue por la base cuneada de sus folíolos terminales y redondeada de los folíolos laterales. No se observaron ejemplares de ella más que la imagen del isotipo del Herbario de la Universidad de Texas (LL), pero se considera una especie válida para el género en este trabajo. Las características mencionadas que la distinguen no se presentan en las otras especies que tienen también de tres a cinco folíolos. La descripción original menciona que los pecíolos y peciólulos son glabros, lo que no siempre ocurre en las demás especies que podrían asemejarsele. Comparte su área de distribución sólo con especies unifoliadas del género y en cuanto a esto es esencial un trabajo de campo en la zona y en los

estados circundantes para delimitar su área de distribución, ya que hasta ahora podría tratarse de una especie endémica.

Ejemplares examinados: SINALOA: en valle, Rancho del Pino, cerca de Chele, 25° 20'15" N, 108° 14'10" C. *Lundell 13025* (LL) (imagen del isotipo).



Fig. 24. *Amyris lurida*
Lundell 13025 (LL) (Isotipo)

Amyris madreensis S.Watson. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 25: 144-145. 1890.

Tipo: Mexico: on limestone ledges in the mountains near Monterey, May and July 1889. C.G. Pringle 2093. Holotipo: GH! Isotipo: MEXU! A! (Figs. 25 y 26).

Árboles o arbustos, 1 a 6 m de alto, monoicos. **Ramas** puberulentas. **Hojas** opuestas a subopuestas; pecíolos 5 a 17 mm de largo, tomentosos; peciólulos laterales, 0.5 a 2 mm de largo; terminales 3 a 10 mm de largo; folíolos 5 a 12, ovados a obovados, imparipinnados o paripinnados, a veces pardo-verdosos, con glándulas oleíferas en haz y envés, brillosos y glabros o puberulentos en el haz; opacos, puberulentos, a veces tomentosos en el envés; indumentados cerca del margen; folíolos laterales 8 a 25 mm de largo, 5 a 13 mm de ancho; terminales 8 a 22 mm de largo, 5 a 15 mm de ancho; raquis 5 a 20 mm de largo, tomentoso; ápice retuso a convexo; margen entero a crenado, a veces revoluto, indumentado; base convexa a ligeramente cuneada. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos 5 a 10 mm de largo; brácteas 0.5 a 1 mm de largo, verdes, tomentosas. **Flor** no vista. **Fruto** una drupa, 4.5 a 6 mm de diámetro, oscura, el fruto inmaduro ligeramente indumentado.

Distribución. Esta especie se distribuye en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Colima y Veracruz.

Fuera de México se distribuye en el estado de Texas.

Hábitat. Matorral xerófito, bosque de *Quercus* y bosque de galería, entre los 100 y 1650 m de altitud. Se ha encontrado en terrenos de piedra caliza y creciendo con follaje abundante. Se ha encontrado cerca de *Quercus*, *Yucca*, *Brahea*, *Dasyllirion*, *Agave*, *Helieta*, *Phitecellobium*.

Fenología. Floración de abril a junio y fructificación en agosto y septiembre.

Amyris madreensis S. Watson se distingue por sus hojas de hasta 12 folíolos con base convexa y su indumento tomentoso en ramitas y pecíolos; margen y envés de los folíolos indumentados. El tamaño de sus folíolos es variable y su color en ocasiones tiende a ser pardo, esto no se relaciona con su distribución pues se encontraron estas características en ejemplares de localidades indistintas. La apariencia de sus glándulas y palidez del envés no son tan notorias como en *A. carterea* Rebman et Chiang, que es la especie con la que tiene

más semejanza, la textura de sus folíolos también es distinta, siendo más coriácea en *A.* su relación con *A. cartereae* se discutió previamente. La floración se señala de abril a junio debido a la información proporcionada en los datos de colecta de los ejemplares de *Martínez 476* y *Hernández 1528* aunque éstos revisados en herbario carecían de flores.

Morfología foliar

Es una especie hipostomática. El envés está recubierto por numerosas papilas, éstas rodean a los estomas que presentan un collar cuticular ovado. Se presentan tricomas simples, filiformes, unicelulares y pueden tener ceras epicuticulares costrosas. En el haz se observaron células epidérmicas irregulares con la pared periclinal externa cóncava, glándulas papilosas. Puede o no presentar tricomas, filiformes, unicelulares. En esta especie se presentan ceras epicuticulares costrosas y granulares.

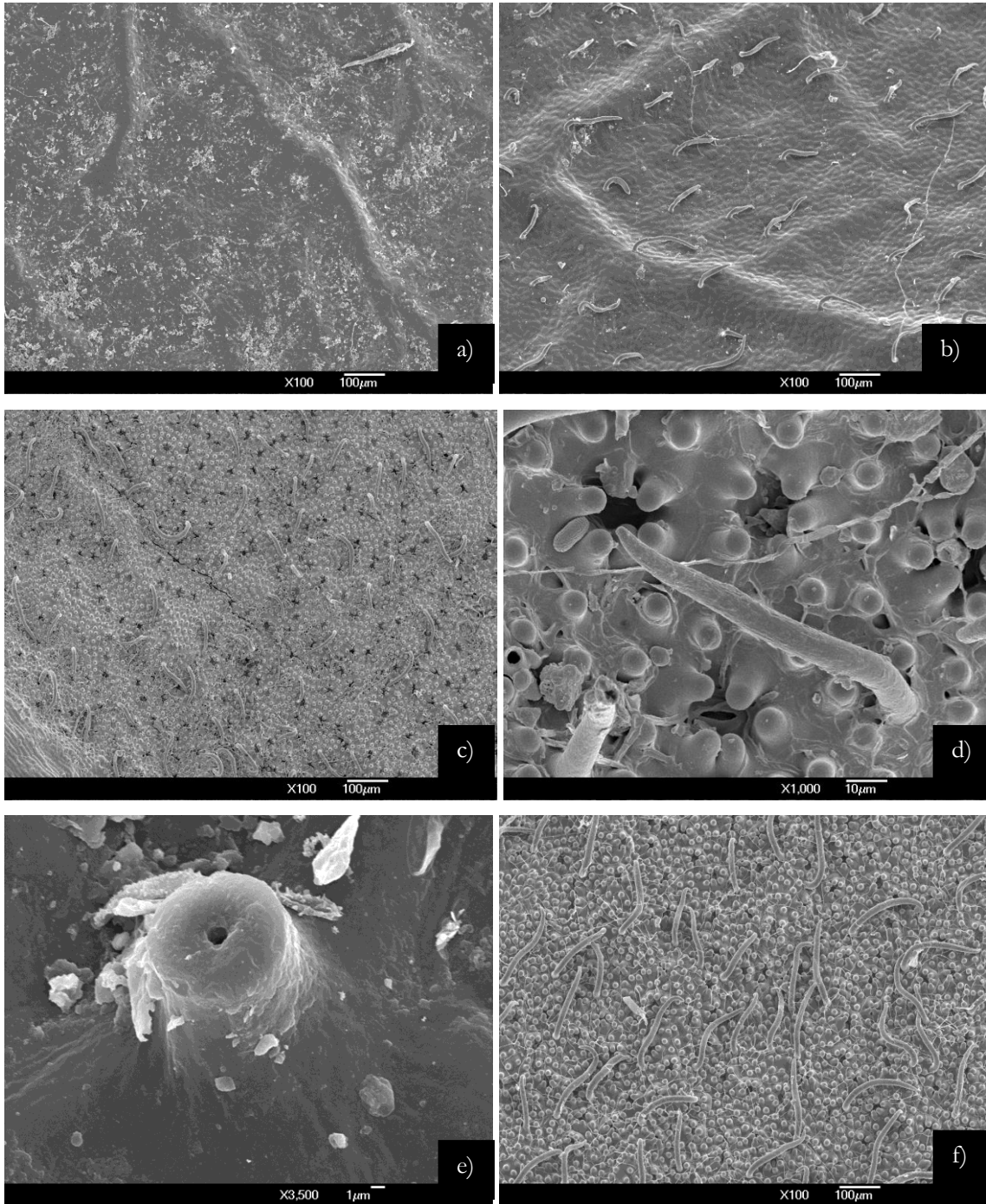


Fig. 25. *Amyris madrensis* S. Watson. a) Superficie del haz con ceras epicuticulares granulares. b) Haz con tricomas. c) Superficie del envés. d) Estomas hundidos, tricoma y papilas del envés. e) Glándula del haz. f) Superficie del envés.

Ejemplares examinados: **COAHUILA:** *Municipio Zaragoza:* Río San Rodrigo, Rancho el Desemboque, Serranías del Burro, 28° 46' 0" N, 101° 29' 0" O, *J.A. Villareal 8940* (MEXU); *Municipio Progreso:* Rancho "Campo Sta. María" de Cementos Mexicanos, 27° 5' 29" N, 100° 54' 23" O, *L.Encina 2249* (CHAP, IEB); *Municipio Muzquiz:* *T. Wendt et al. 1331* (CHAPA); *sin municipio:* en áreas protegidas alrededor del Rancho Margareta, serranías de montañas Burro, aproximadamente a 65 millas al NW de Sabinas, *F.Gould 10635* (ENCB); **COLIMA:** *sin municipio:* Salada km 22 al S de Colima sobre la carretera a Manzanillo, 19° 3' 33" N, 103° 47' 14" O, *Rzedowski, 15434* (ENCB, IEB); **GUANAJUATO:** *Municipio San Luis de la Paz:* Cerro del Caliche, Vergel de Bernalejo, *S. Zamudio sin núm* (MEXU); Cerro del Caliche, Vergel de Bernalejo, *S. Zamudio 11562 et al.* (XAL, IEB); **NUEVO LEÓN:** *Municipio Allende:* Río Ramos, 26° 16' N, 100° 2' O, *F.Chiang 980* (ENCB); *Municipio Rayones:* 45 km al NE de Rayones hacia Montemorelos o 33 km al S del entronque con la carretera Linares-Montemorelos. La desviación está a 48 km al N de Linares, *R. Torres 996* (ENCB); *Municipio Los Ramones:* Sierra de Papagayo, camino a la estación de microondas, 25° 47' N, 99° 45' O, *J.A. Villareal, et al 7466* (CHAP); Sierra de Papagayos, 25° 29' 49" N, 99° 52' 24" O, *J.A. Villareal sin núm* (ENCB); *Municipio Bustamante:* Sierra de Lampazos, rancho Minas Viejas, 26° 38' N, 100° 17' O, *J.Villareal 9152* (IEB); *Sin municipio:* cerca de Monterrey, *Pringle 2093* (MEXU, Isotipo) **QUERÉTARO:** *Sin municipio:* Cerro La Pedrera; 1.5 km al S de Jalpan, *L.M. Chávez 26* (ENCB, IEB); Colina bajo el Ojo de Agua, arriba del parque San Francisco cerca de Villa de Santiago, *F. Barkley 14561^a* (ENCB); 1.5 km de Jalpan, *L. Chávez 1250* (XAL); **SAN LUIS POTOSÍ:** *Municipio Guadalcázar:* a 20 km de Cerritos, hacia la autopista S.L.P-Matehuala, *G. Salazar 5931* (MEXU); *Sin municipio:* 6 km al N de Lagunillas, *J. Rzedowski 7575* (ENCB); 6 km al N de Lagunillas, *Rzedowski 7575* (ENCB); **TAMAULIPAS:** *Municipio Victoria:* 20 km al S de Ciudad Victoria, cañón de Altas Cumbres, *L. Hernández et al. 1528* (ENCB, UAMIZ); *Municipio Villa de Casas:* predio particular Lagunillas, 23° 50' 0" N, 98° 33' 0" O, *J. Estrada et al. 33* (CHAP); *Municipio Cruillas:* 4 km al E de la desviación Temascal, 4 km al S de Tres Palos, *L. Hernández et al. 1354* (CICY); *Municipio San Nicolás:* 1 km al S de la Estajadilla, 4 km al NE de Carricitos, Ladera W, 24° 38' N, 98° 42' O, *M. Martínez 136* (XAL); *Sin municipio:* 20 km al S de Cd. Victoria, cañón de Altas Cumbres, *L. Hernández 1187* (CICY); 5 km al W de San Carlos en el camino al Cerro del Diente, 24° 57' 44" N, 98° 53' 20" O, *M. Martínez 1959* (XAL); Rancho El Capulín y Cerro Burdos al N de Cd. Burdos, *L. Romo 297-S* (XAL); Carretera Victoria-Llera, *M.Martínez 476* (MEXU, ENCB, UAMIZ); **VERACRUZ:** *Municipio Pánuco:* cerro Topila, ejido Paciencia y Aguacate, 22° 5' N, 98° 0' O, *C. Gutiérrez 2259* (XAL, IEB); Cerro Topila Ejido González Ortega, 22° 4' N, 98° 0' O, *Gutiérrez 2110* (UAMIZ, XAL, IEB);

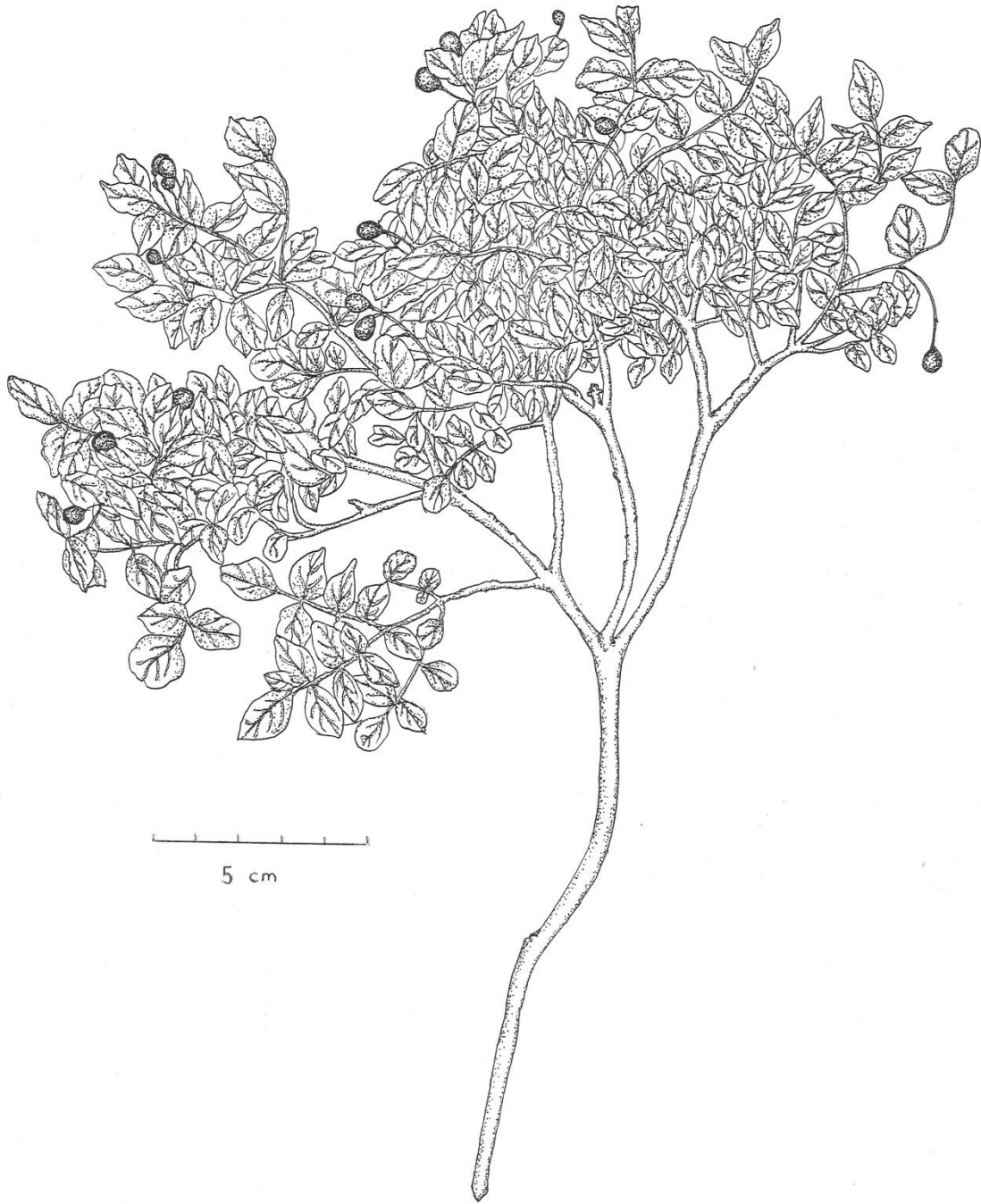


Fig. 26. *Amyris madrensis* S. Watson
Salazar, G., Cabrera, I., Linares, J.L. 5931 (MEXU)

Amyris marshii Standl., Field Museum of Natural History, Botanical Series 17(2): 195. 1937.

Tipo: Mexico: Muzquiz, Coahuila, Spring of 1935. Ernest G. Marsh 66. Holotipo: F! Isotipo: GH! TEX! (Figs. 27 y 28.)

Árboles o arbustos de 3 a 5 m de alto. **Ramas** glabras a ligeramente puberulentas. **Hojas** persistentes, opuestas a subopuestas; pecíolos 4 a 12 mm de largo, corrugados, cerosos, puberulentos, engrosados; folíolos 1, ovado-elípticos, 17 a 60 mm de largo, 10 a 40 mm de ancho, glabros, a veces ligeramente puberulentos, opacos en envés, brillantes en haz; ápice convexo a ligeramente acuminado; margen entero a ligeramente crenado; base redondeada. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos 2 a 15 mm de largo, cerosos, glabros, a veces oscuros; brácteas 1 a 1.5 mm de largo, verde oscuro o claro, a veces totalmente oscuras o la punta oscura. **Flores** sobre pedicelos de 1 a 1.5 mm de largo; bractéolas 0.4 a 0.6 mm de largo; sépalos 4 a 5, connados, 1.9 a 2 mm de largo, 1.7 a 2 mm de ancho; pétalos 4, blanco-amarillentos, libres, imbricados, 2.7 a 3 mm de largo, 1.2 mm de ancho, con glándulas pardas; estambres 10, filamentos 1 a 3 mm de largo, anteras versátiles, cerosas, 0.4 a 0.5 mm de largo, con conectivos gruesos oscuros; ovario súpero, unilocular, ceroso, glabro 0.5 a 0.6 mm de diámetro; estilo 1; disco nectarífero ceroso, 0.6 mm de diámetro. **Fruto** una drupa, 4 a 9.5 mm de diámetro, oscura en la madurez.

Distribución. Esta especie se distribuye al norte del país en los estados de Coahuila, Nuevo León y Sinaloa.

Hábitat. Bosque tropical caducifolio, matorral xerófito, bosque de *Pinus-Quercus*, entre los 550 y 2500 m.s.n.m. Se ha encontrado creciendo con *Pinus*, *Quercus*, *Brahea*, *Agave*, *Helietta*, *Dasylyrion*, *Yucca*.

Fenología. Se ha colectado con flores en el mes de marzo y con fruto en agosto.

Esta especie se distingue porque sus hojas en seco se presentan conduplicadas y es la única especie unifoliada del género con hojas opuestas. Tiene semejanza con *A.monophylla* Brandege con la que se ha confundido, una diferencia significativa es el número de estambres, ya que se encontró que *A. marshii* Standley, al igual que *A. rekoii* Blake, presenta

10, lo que difiere de los típicos 8 estambres que presenta la mayoría de las especies del género y que también presenta *A. monophylla*, de acuerdo a la descripción original. Durante la revisión de características microfoliarias se encontró que los estomas de *A. marshii* presentan collar cuticular mientras que en *A. monophylla* esta estructura está ausente. En la tabla 9 se muestran las diferencias morfológicas entre ambas especies.

El isotipo del Missouri Botanical Garden (MO) de *A. monophylla* es similar a *A. marshii* pero presenta varios de sus folíolos secos no conduplicados y la localidad de colecta se aleja de la distribución de *A. marshii*, pues esta última se encuentra en el norte del país mientras que lo que se conoce de *A. monophylla* es del estado de Puebla en su límite con Oaxaca. Lo que asemeja el isotipo de *A. monophylla* con *A. marshii* es que sus hojas son más bien opuestas, lo que no coincide con la descripción original donde se afirma que son alternas. Según Standley (1937) *A. monophylla* difiere de *A. marshii* en que el pecíolo de sus hojas es más corto, las inflorescencias más pequeñas y los lóbulos del cáliz son redondeados. El pecíolo de *A. marshii* es, en efecto, en general más corto que en *A. monophylla*, aunque no siempre es así, ya que puede tener pecíolos que alcanzan la longitud del pecíolo de *A. marshii*; sin embargo, éstos son siempre de tono verde más claro en *A. marshii*. En cuanto a los sépalos, son triangulares en *A. marshii*, aunque no fue posible revisar flores de *A. monophylla* y no está especificado en la descripción original. Respecto a los tamaños de la inflorescencia, comparando la imagen del isotipo y el ejemplar denominado en este trabajo como *A. monophylla* con los ejemplares de *A. marshii*, no se encontró una diferencia notable en el tamaño de éstas.

Amyris marshii se distribuye en el norte del país, mientras que *A. monophylla* se distribuye en Oaxaca y Puebla. *A. marshii* se considera una especie diferente de *A. monophylla* en este trabajo y se sugiere trabajo de campo para obtener mayor información sobre esta última especie. *A. marshii* es endémica de México.

Morfología foliar

Es una especie hipostomática y carece de tricomas. Los estomas tienen collar cuticular ovado. El haz presenta una superficie con prominencias ligeras. Se encontraron cristales filiformes postrados en esta zona (Fig.11-d). La vena media muestra células alargadas sin otras

estructuras, los estomas se encuentran distribuidos de manera uniforme en el envés y tienen collar cuticular ovado (Fig.7-a). Se observan ceras cuticulares costrosas y granulares.

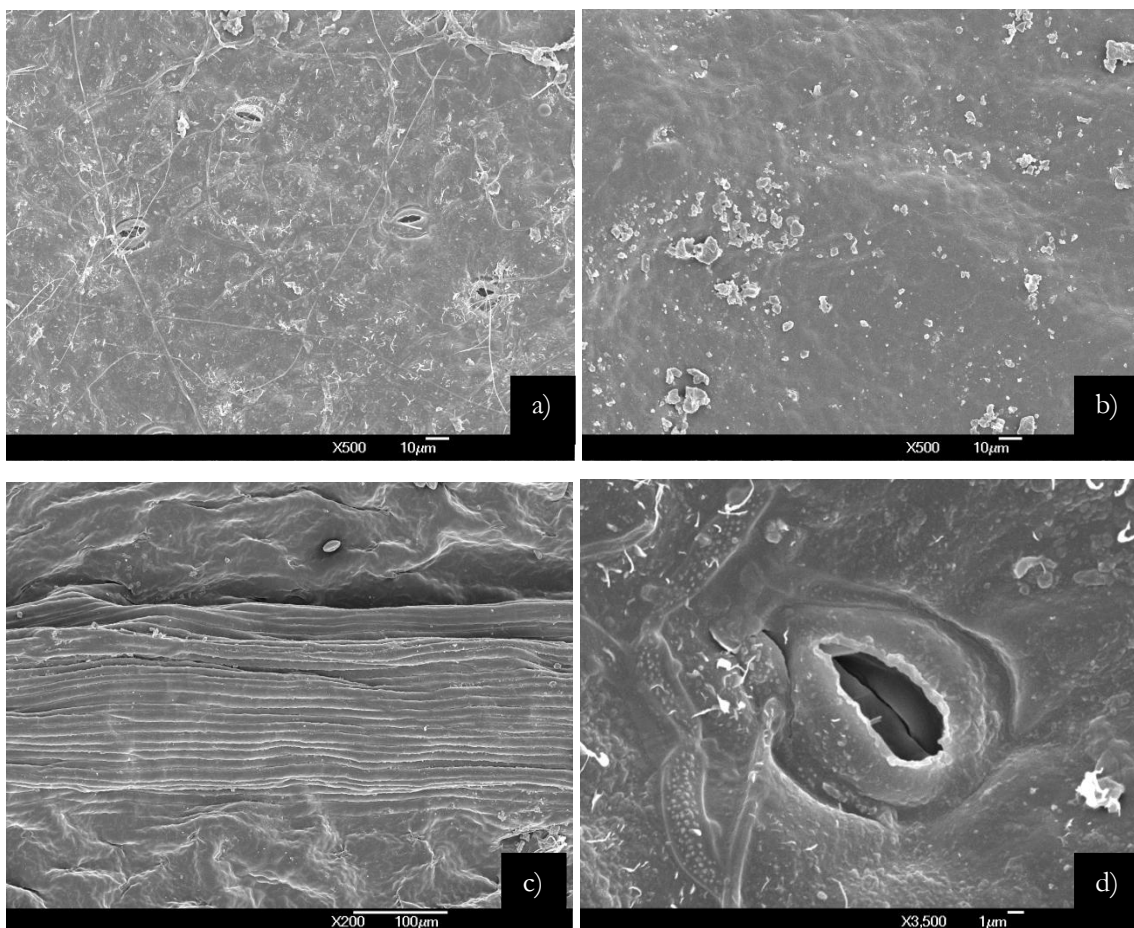


Fig. 27. *Amyris marshii* Standl. a) Superficie del envés de *A. marshii*. b) Superficie del haz con ceras epicuticulares granulares. c) Vena media en el envés. d) Estoma del envés con collar cuticular ovado.

Ejemplares examinados: COAHUILA: Cañón de la Gavia, sobre Rancho de la Gavia, 26° 18'30" N, 101° 15' O, *M.C. Johnston et al. 12019* (MEXU, XAL); Sierra de la Gloria, Cañón El Cono, 26° 49'15" N, 101° 17'0" O, *D. Riskend et al. 1623* (MEXU); Sierra de la Rata, 27° 5' N, 101° 2' O, *M.C. Johnston 10167a* (MEXU); **Municipio Ramos Arizpe:** El Cedral, Sierra de la Paila, 26° 2' N, 101° 23' O, *J.A. Villareal sin núm.* (MEXU); Sierra de La Paila, camino a El Cedral, 25° 59'21" N, 101° 28'10" O, *J.A. Villareal 9295* (IEB); El Cedral, sierra de la Paila, 26° 2' N, 101° 23' O, *J.A. Villareal 4766* (IEB); 1.5 km al NE de Rancho de Sn. Marcos, 26° 49' N, 102° 7' 8" O, *F. Chiang et al. 7658* (MEXU); **Municipio Cuatro ciénagas:** Sierra de San Marcos, cañón El Grande del Ejido Norias, 26° 30'0" N, 101° 40' 0" O, *M.A. Carranza 1884* (MEXU); Sierra de San Marcos, cañón El Grande del Ejido Norias; Mina El Aguirreño, N de la Sierra de la Paila, 26° 5' 30" N, 101° 36' 0" O, *F. Chiang 11714* (MEXU); **Municipio Castaños:** Sierra la Gavia, Rancho La Gavia, 26° 10' N, 101° 18' O, *J.A. Villareal 8377* (CHAP); aproximadamente 35 millas al S de Monclova en Cañón La

Gavia, 26° 21' N, 101° 17' O, *J. Henrickson 11739b* (IEB); Sierra La Gavia, Rancho La Gavia, 3 km al S de la casa por el cañón, 26° 10' N, 101° 18' O, *M.A. Carranza c-2320* (IEB); Sierra de La Gavia Carretera Saltillo Monclova, Entronque Santa Teresa, 26° 25' N, 101° 20' O, *J. Valdés 285* (MEXU) **NUEVO LEÓN: Sin municipio:** Sierra de Sn. José de los Nuncios, Cañón Colorado, 25° 37' N, 100°, 42' O, *J.A. Villareal 8637* (MEXU); Carretera Monterrey-Saltillo km 40, *G. Cano sin núm* (MEXU); Al N de estación microondas mariposa a 3 km de Coahuila aprox, 25° 40' N, 100° 45' O, *Johnston 11219* (MEXU); Carretera Saltillo-Monterrey, 25° 41' N, 100° 39' O, *J.A. Villareal 9035* (IEB); **SINALOA: Sin municipio:** Cerro Pelón, 12 km al NW de Cosalá, *I. Trejo 2658* (MEXU).



Fig. 28 *Amyris marshii* Standl.

M.C. Johnston, T.L. Wendt, F. Chiang. 11219 (MEXU)

Amyris monophylla Brandege. University of California Publications in Botany 3(8): 381-382. 1909. Tipo: Mexico: vicinity of San Luis Tultitlanapa, Puebla, near Oaxaca. C.A. Purpus 3167. Holotipo: UC! 125758. Isotipo: MO! GH! US! C.A. Purpus 3167. (Figs. 29 y 30)

Arbustos 3 m de alto, monoicos. **Ramas** glabras. **Hojas** alternas a subalternas; pecíolos 1 a 3 mm de largo, pardo claro; folíolos 1, ovado a redondeado, glabro a ligeramente puberulento en envés, glabro en haz, con glándulas oleíferas en haz y envés, 2.8 a 5.5 cm de largo, 1.9 a 3.2 cm de ancho; ápice agudo a redondeado, a veces ligeramente acuminado; margen entero a crenado; base convexa. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos 30 a 35 mm de largo; brácteas, 1 mm de largo, oscuras; bractéolas 0,5 a 1 mm de largo, oscuras, glabras, a veces con la punta amarilla; bracteólulas 1 a 1.5 mm de largo. **Flor** no vista. **Fruto** inmaduro 2 mm de diámetro, oscuro.

Distribución. En los estados de Puebla y Oaxaca.

Hábitat. Bosque tropical perennifolio, entre los 1600 a 1820 m.s.n.m

Fenología. Datos de floración y frutos inmaduros en Agosto

Amyris monophylla Brandege se distingue por sus hojas unifoliadas alternas, tiene parecido con *A. marshii* Standl. previamente discutido. Es la única especie unifoliada del género que se distribuye al suroeste del país, sin embargo al estar tan poco estudiada es necesario un mayor trabajo de campo para definir su área de distribución y también revisar si se encuentra al norte. Esto también daría mas datos sobre la fenología de la especie. Prácticamente no está representada en los herbarios revisados y en ocasiones está identificada erróneamente en ejemplares de *A. marshii*. Para este trabajo, sólo se contó con un ejemplar y la imagen del isotipo del banco de imágenes del herbario de la University of California, Berkeley (UC).

Morfología foliar

Especie hipostomática. El haz presenta células epidérmicas irregulares, globosas y carece de otras estructuras. En el envés se presentan células epidérmicas irregulares, globosas y estomas

paracíticos; carece de tricomas o glándulas. La vena media tiene células alargadas y carece de estomas.

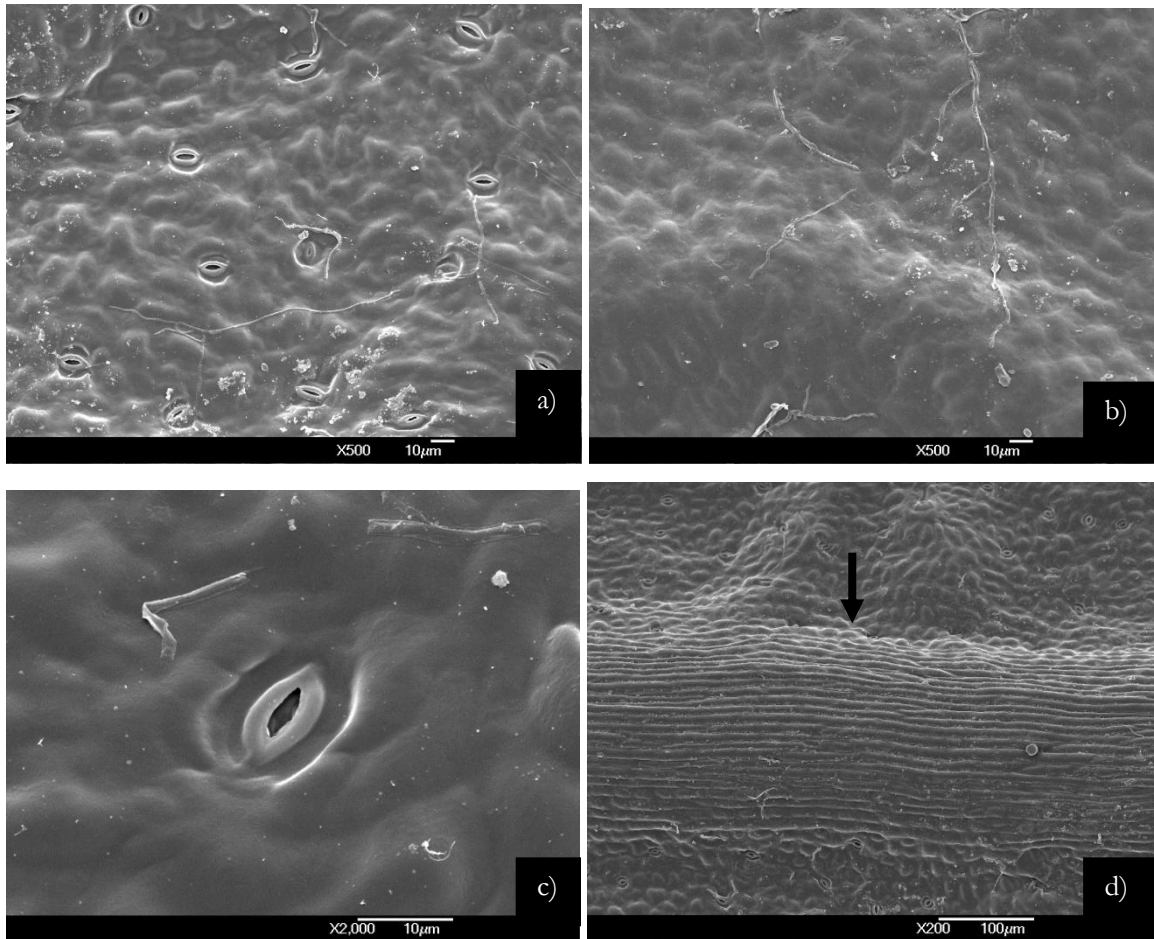


Fig. 29. *A. monophylla* Brandege. a) Superficie del envés con estomas. b) Superficie del haz. c) Estoma paracítico del envés. D) Vena media del envés.

Ejemplares examinados: PUEBLA: En la cercanía a San Luis Tultitlanapa, cerca de Oaxaca, C.A. *Purpuss 3167* (UC) (imagen del isotipo); **OAXACA: Municipio Tepelmeme:** Cañada de Carrizalillo, Cerro Verde, 18° 8'N, 97° 17'O, *Tenorio 6968* (MEXU).

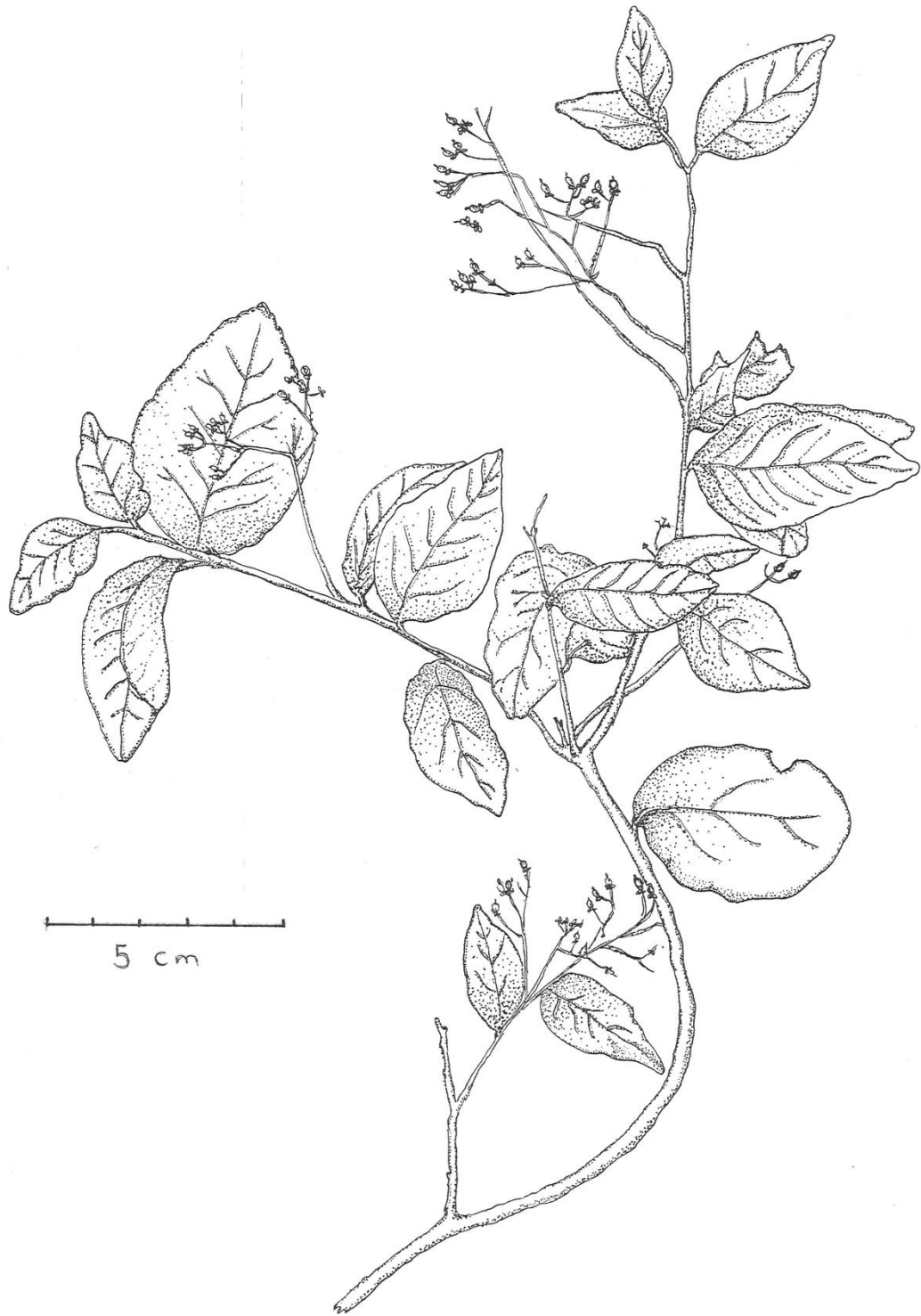


Fig. 30 *Amyris monophylla* Brandegees
Tenorio, P. 6968 (MEXU)

Tabla 9. Diferencias morfológicas entre *Amyris monophylla* Brandegee y *A. marshii* Standl.

Caracteres	<i>Amyris monophylla</i> Brandegee	<i>Amyris marshii</i> Standl.
Hábito	Arbusto	Árboles o arbustos
Ramas	Glabras	glabras
Pecíolo	Cerca de 5 mm de largo	4 a 12 mm de largo, glabro
Hojas	Alternas	Opuestas a subopuestas
Ápice	Acuminado	Obtuso o agudo
Base	Ovada	Cuneada o redondeada
Márgen	Entero o indistintamente crenado	Entero a ligeramente crenado
Indumento	Plantas glabras	Plantas glabras
Inflorescencia	Panículas terminales*	Panículas axilares y terminales
Estambres	8*	10
Folíolos secos	Normales	Conduplicados
Collar cuticular del estoma	Ausente	Presente

* Según la descripción original de Brandegee (1909).

Amyris purpusii P. Wilson, Bulletin of the Torrey Botanical Club 37(2): 86. 1910. Tipo: Vera Cruz: Zacualpan, collected in Barranca de Santa María. C.A. *Purpus* 2355. Isotipo: MO!, US! (Figs. 31 y 32).

Árboles 4 m de alto, monoicos. **Ramas** glabras. **Hojas** opuestas; pecíolos de 10 a 18 mm de largo, indumentados; peciólulos indumentados, laterales 1.5 a 3 mm de largo, terminales 6 a 10 mm de largo, ligeramente engrosados en el ápice; folíolos 3, ovado oblongos, con glándulas oleíferas en haz y envés, ligeramente puberulentos en envés, glabros y brillosos en haz; folíolos laterales 1.6 a 2.5 cm de largo, 1.2 a 1.7 cm de ancho, terminales 1.5 a 2.5 cm de largo, 1.6 a 1.9 mm de ancho; ápice agudo a redondeado, en ocasiones obcordado; margen entero a ligeramente crenado; base redondeada, a veces cordada en folíolos laterales. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos 5 mm de largo, ligeramente puberulentos; brácteas 0.5 a 0.6 mm de largo, escasas, glabras, gris verdosas. **Flor** no vista. **Fruto** una drupa de 7 mm de diámetro, puberulenta.

Distribución. En el estado de Veracruz.

Hábitat. Bosque tropical caducifolio, entre los 400 y 1670 m de altitud

Fenología. No hay datos sobre la época de floración de la especie. Hay presencia de frutos en febrero de acuerdo al ejemplar revisado. El ejemplar tipo se colectó con fruto inmaduro en noviembre, lo que sugiere que la fructificación está entre noviembre y febrero.

Esta especie se distingue por sus hojas de tres folíolos, siendo casi siempre los laterales redondeados en el ápice y cordados en la base. Está muy escasamente representada en los herbarios y en ocasiones se utiliza su nombre en determinaciones incorrectas. Wilson (1910) afirma que se relaciona con *A. balsamifera* L y *A. elemifera* L., pero que se diferencia de ellas por las características morfológicas de sus folíolos laterales. Además de lo discutido anteriormente sobre estas dos especies, *A. purpusii* Wilson también se distingue porque sus folíolos son siempre tres mientras que en las otras pueden ser 7. Wilson también menciona que la presencia de indumento en las ramitas de las inflorescencias la acercan más a *A. balsamifera* que a *A. elemifera* dado que en ésta última son glabras. Esto apoya la idea de

que una de las diferencias entre *A. elemifera* y *A. balsamifera* es precisamente el indumento de esta última.

Standley (1923) afirma que *A. purpusii* sólo se conoce en la localidad tipo en Veracruz y se considera endémica de esta región. Es necesario un trabajo de campo amplio para obtener mayor información sobre la especie por estar escasamente representada en los herbarios. Durante la revisión para este trabajo sólo se encontró un ejemplar que pudo determinarse como *A. purpusii*. Cabe señalar que no se ha tenido acceso a la flor de esta especie ya que ni el ejemplar tipo ni el revisado en este trabajo contaron con flores por lo que es importante la colecta de la especie en floración.

Morfología foliar

La especie es hipostomática. El haz presenta células epidérmicas globosas en general de forma romboidal; no se presentan otras estructuras en esta cara. El aparato estomático se encuentra rodeado por seis células papilosas y presenta collar cuticular ovado. En el envés, la epidermis es papilosa y muestra tricomas unicelulares, simples y filiformes también presentes a lo largo de toda la vena media. Las ceras epicuticulares son granulares.

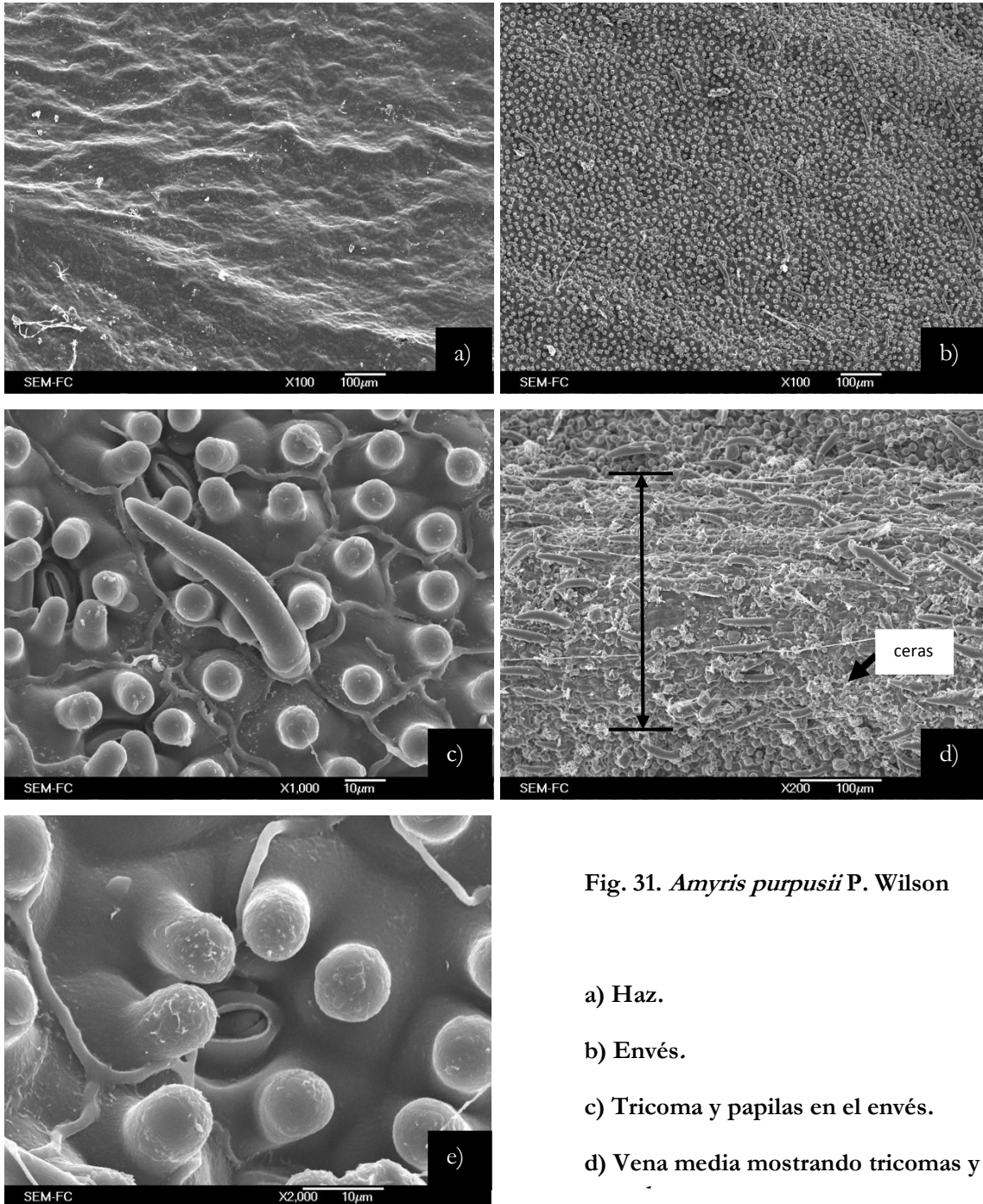


Fig. 31. *Amyris purpusii* P. Wilson

- a) Haz.
- b) Envés.
- c) Tricoma y papilas en el envés.
- d) Vena media mostrando tricomas y ceras

Ejemplares examinados: VERACRUZ: Sin municipio: Cerro de la Mesa, 3 km al N de Mozomba, R. Acosta 1420 (XAL); **Sin municipio:** Zacuapan, Barranca de Sta. María, C.A.Purpus 2355 (US) (imagen del isotipo).

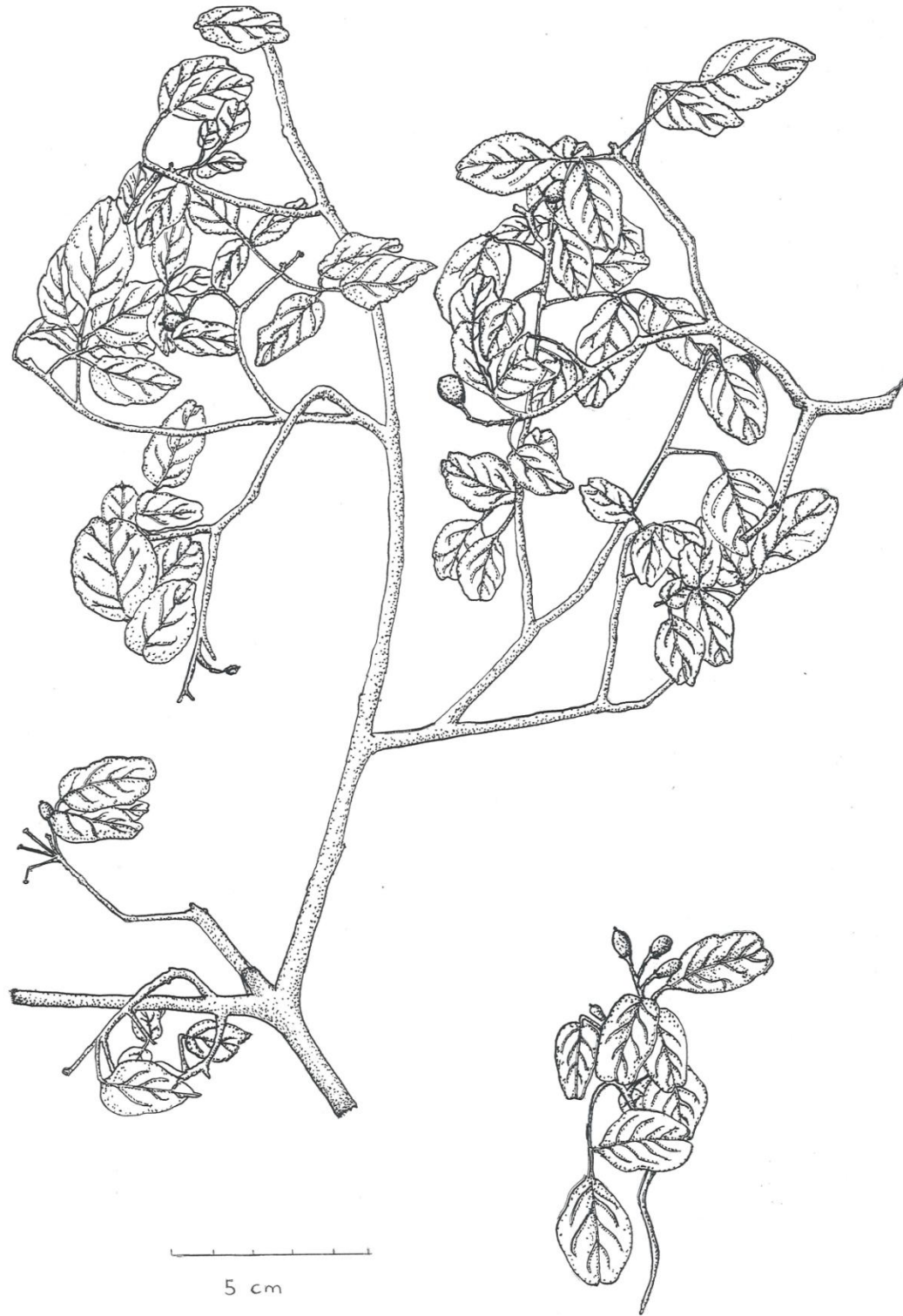


Fig. 32 *Amytis purpusii* P. Wilson
Acosta, R. 1420 (XAL)

Amyris reko Blake, Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 53: 1918. Tipo: Mexico: Oaxaca: Cafetal Nueva Esperanza, Dept. Pochutla, 700 m., 17 April 1917, Conzatti, Reko y Makrinius 3102. Holotipo: GH! Isotipo: MEXU! (Figs. 33 y 34)

Nombre común local: Limoncillo (Sinaloa)

Árboles o arbustos 1.5 a 10 m de alto, monoicos. **Ramas** glabras, ligeramente puberulentas. **Hojas** alternas a subopuestas; pecíolos de 5 a 20 mm de largo, tomentosos, engrosados en ápice; folíolos 1, 35 a 110 mm de largo, 15 a 40 mm de ancho, oblongos, glabros, a veces muy ligeramente puberulentos en el envés, con glándulas en haz y envés, 15 a 18 pares de nervios; ápice acuminado, en ocasiones redondeado; margen entero; base cuneada, a veces redondeada u oblícua. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos 5 a 15 mm de largo, glabros, cerosos, oscuros; brácteas 0.5 a 1 mm de largo, glabras a ligeramente indumentadas, pardo-verdosas a oscuras, afiladas. **Flores en botón** sobre pedicelos de 0.8 a 1 mm de largo; bractéolas 0.5 a 0.7 mm de largo; sépalos 4, connados, 0.7 a 1 mm de largo, 0.5 mm de ancho; pétalos 4, blanco-amarillentos, libres, imbricados, 1 a 2.2 mm de largo, 1 a 1.2 mm de ancho, con glándulas pardas; estambres 10; filamentos 0.3 a 1 mm de largo; anteras versátiles, 0.5 a 0.7 mm de largo; ovario súpero, unilocular, ceroso, glabro, ligeramente tuberculado, 0.5 a 0.6 mm de diámetro, estilo 1; disco nectarífero 0.4 a 0.5 mm de diámetro. **Fruto** una drupa, 6.4 a 7.8 mm de diámetro, pardo oscuro.

Distribución. Esta especie se distribuye en los estados de Oaxaca, Puebla, Querétaro, Jalisco y Sinaloa.

Hábitat. Bosque mesófilo de montaña, bosque de galería, bosque tropical perennifolio, y bosque tropical caducifolio, entre los 1000 y 1200 m.s.n.m.

Fenología. Los datos de floración de la especie corresponden a los meses de marzo y junio. La frutos inmaduros se han encontrado en junio y julio y frutos maduros en octubre.

Esta especie presenta las hojas de mayor tamaño dentro de las especies unifoliadas del género, de color verde lustroso; también se distingue porque en seco, los pedúnculos y

pedicelos de sus inflorescencias son de color negro. Además porque es una de las dos especies del género que presenta 10 estambres, lo que representa una variación al número estándar del género que es de 8. Esto podría corroborarse con la revisión de más ejemplares.

Amyris rekoi Blake se ha encontrado creciendo en suelo de rocas calizas y hay reportes de que tiene corteza externa lisa y ligeramente escamosa de color blanquecino. En la colecta de *González 5349*, se señala que el ovario es de color rojo, aunque también se observó oscuro en un ejemplar en la elaboración de este trabajo (*Fernández 2390*, ENCB). Las semejanzas y diferencias con *A. attenuata* Standl. han sido previamente discutidas. *Amyris rekoi* es endémica de México.

Morfología foliar

Esta especie es anfistomática, con estomas dispersos en el haz y uniformemente distribuidos en el envés. Tanto el haz como el envés carecen de tricomas. El haz presenta células epidérmicas de formas irregulares y con prominencias. De manera dispersa en el envés se presentan algunas glándulas (Fig. 10-f) A lo largo de la vena media las células epidérmicas son alargadas. Se observaron células epicuticulares de tipo costroso y granular.

Ejemplares examinados: **JALISCO:** *Municipio Tonalá:* Cañada de las 7 cascadas, saliendo de Tonalá por la avenida Constitución bajando del banco de grava hacia el N hasta llegar a la cañada, el agua baja hasta el río Santiago, 20° 38'5" N, 103° 11' O, *M. Harker 1028* (IEB); *Municipio Tuxcueca:* barranca del Frijol al NW del Sauz, *M. Cházaro 8771* (IEB); **OAXACA:** *Municipio Acatlán de Pérez Figueroa:* terrenos de ejido Selva 2, distrito de Tuxtepec, 18° 24' 22" N, 96° 31' 58" O, *E. Guizar et al. 5687* (UAMIZ); distrito de Tuxtepec; terrenos del Ejido Selva 2, 18° 24' 22" N, 96° 31' 58" O, *E. Guizar et al. 5687* (CHAP, XAL, IEB); *Sin municipio:* 9 km al NE de Chacalapa camino a la finca Montecristo. Distrito: Pochula, *R. Torres 5445* (UAMIZ, XAL, MEXU); Cerro Espino en la finca de Montecristo al NE de Chacalapa, *R. Torres 5772* (IEB, MEXU); *Municipio Pochutla:* Cafetal Nueva Esperanza; *Conzatti, Rekoi, Makrinus, 3102* (MEXU, Isotipo). **PUEBLA:** *Municipio Pahuatlán:* *F. Miranda 3668* (MEXU); *Sin municipio:* Puente de Dios, 2 km al W de Molcaxac, *F. Medrano 12723* (MEXU); **QUERÉTARO:** *Municipio Pinal de Amoles:* 3 km al S de Escanelilla, *R. Fernández 2821* (ENCB, XAL, IEB); La Cuesta 3 km al S de Escanelilla, *R. Fernández 1575* (ENCB, IEB, MEXU); La Cuesta 3 km al S de Escanelilla, *R. Fernández 2390* (MEXU, ENCB, IEB,); **SINALOA:** *Sin municipio:* Pie de la Cuesta, *J. González 5349* (MEXU).

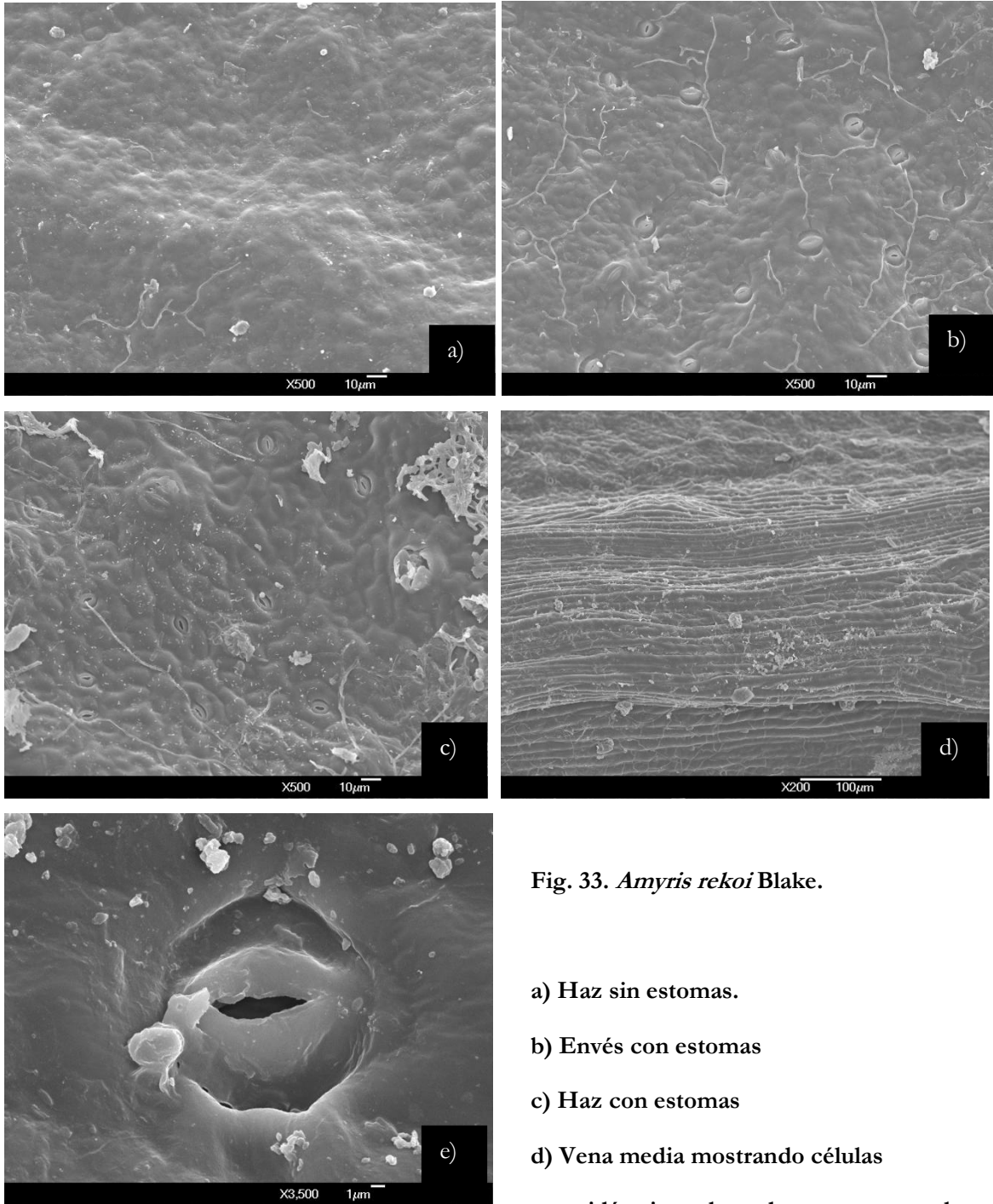


Fig. 33. *Amyris rekoï* Blake.

- a) Haz sin estomas.
- b) Envés con estomas
- c) Haz con estomas
- d) Vena media mostrando células epidérmicas alargadas y ceras granulares.
- e) Estoma del envés



Fig. 34 *Amyris rekoii* Blake
Fernández, R. 2390 (MEXU)

Amyris sylvatica Jacq. Selectarum Stirpium Americanarum Historia 107. 1763.

Tipo: Habitat copiose Carthagenae in sylvis umbrosis maritimis. *Jacquin s.n.* Holotipo: No localizado. (Figs. 35 y 36)

Amyris staminosa Lundell. *Wrightia* 2 (2): 104. 1960. Tipo: Mexico, Michoacán, Coalcoman at San Jose, 800 m alt. In woods. *Hinton 13800*. Holotipo: LL!

Amyris sylvatica Sessé et Moc, Flora Mexicana. 93. 1894.

Elemifera sylvatica (Jacq.) Kuntze. *Revisio Generum Plantarum* 1: 11. 1891.

Nombre común local: Palo de gas (Yucatán), k'an yuuk (maya).

Árboles o arbustos 1 a 3 m de alto, monoicos. **Ramas** glabras, cerosas. **Hojas** alternas a subopuestas; pecíolos verde oscuros de 10 a 45 mm de largo, glabros, a veces puberulentos; peciólulos laterales corrugados, de 1 a 5 mm de largo; terminales corrugados, 1 a 3 mm de largo; raquis 10 a 25 mm de largo, glabro; folíolos 3, ovados, glabros, con glándulas oleíferas en haz y envés, brillosos en haz, opacos en envés; folíolos laterales 15 a 90 mm de largo, 15 a 50 mm de ancho, terminales 25 a 100 mm de largo, 10 a 65 mm de ancho; ápice agudo a acuminado, a veces truncado; margen entero a crenado; base convexa a cuneada. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos de 3 a 20 mm de largo; brácteas 0.7 a 1.5 mm de largo, glabras, cerosas, pardo-amarillas o pardas, con puntas amarillas. **Flores en botón** sobre pedicelos de 0.5 a 2 mm de largo; bractéolas 0.5 a 0.7 mm de largo; sépalos 4, connados, a veces libres, 0.3 a 1.2 mm de largo, 0.4 a 0.5 mm de ancho; pétalos 4, blanco-amarillentos, libres, imbricados de 1.2 a 1.8 mm de largo, 1.2 a 1.5 mm de ancho, con glándulas pardas; estambres 8, filamentos 0.4 a 1 mm de largo, anteras versátiles 0.3 a 0.6 mm de largo; ovario súpero, unilocular, 0.3 a 0.5 mm de diámetro, ceroso, ligeramente indumentado, estilo 1; disco nectarífero, 0.5 mm de diámetro, ligeramente indumentado. **Fruto** una drupa 3.9 a 5.5 mm de diámetro, oscura en la madurez.

Distribución. La especie se distribuye en los estados de Campeche, Quintana Roo, Chiapas, Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Nayarit y Jalisco.

Fuera de México se distribuye también en Belice, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Colombia, Venezuela y Nicaragua.

Hábitat. Bosque mesófilo de montaña, bosque de galería, bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio y bosque tropical subcaducifolio, de los 5 a 1380 m.s.n.m. Se ha encontrado creciendo con *Pseudophoenix*, *Eugenia*, *Myrsiantes*, *Caesalpinia*, *Erythroxylon*.

Fenología. Floración de marzo, mayo, junio, julio y septiembre. Fructificación de agosto a noviembre.

Esta especie se distingue por tener folíolos más anchos que las otras especies de tres folíolos: *Amyris cordata* I.M.Johnst, *A. texana* (Buckl.) P. Wilson y *A. thyrsiflora* Turcz; por su venación amarilla, generalmente muy notoria y el color verde pálido opaco de la lámina de los folíolos. El holotipo de *A. sylvatica* Jacq. no se localizó por lo que es necesaria la lectotipificación de la especie. *Amyris sylvatica* Sessé et Moc se trata de un homónimo para esta especie.

Amyris. sylvatica Jacq. presenta semejanza con *A. staminosa* Lundell, pero ésta es considerada un sinónimo de *A. sylvatica* en este trabajo, dada su gran similitud morfológica. La descripción original de *A. sylvatica* es muy breve y difiere de *A. staminosa* en que los folíolos se describen como agudos, mientras que para ésta última como redondeados u obtusos. Sería indispensable realizar un trabajo de colecta en la localidad tipo para decidir de mejor manera sobre el status de *A. staminosa*. Cabe mencionar que no se encontró ningún ejemplar determinado como *A. staminosa* en los herbarios consultados y que el isotipo de esta especie del herbario virtual de la Universidad de Texas (LL) / (*G.Hinton 13800*, ENCB), se trata de un ejemplar anteriormente determinado como *A. sylvatica* Jacq, y presenta las características morfológicas de esta especie.

Morfología foliar

Es una especie que puede ser hipo o anfistomática, con estomas paracíticos en el envés y éstos pueden ser diacíticos en el haz. El aparato estomático tiene collar cuticular redondo con superficie ligeramente granulosa. Las células epidérmicas del envés son irregulares y globosas. La vena media carece de estomas o tricomas y presenta células alargadas. El haz es uniforme con células epidérmicas globosas y carece de tricomas. Se observaron ceras epicuticulares granulares y costrosas.

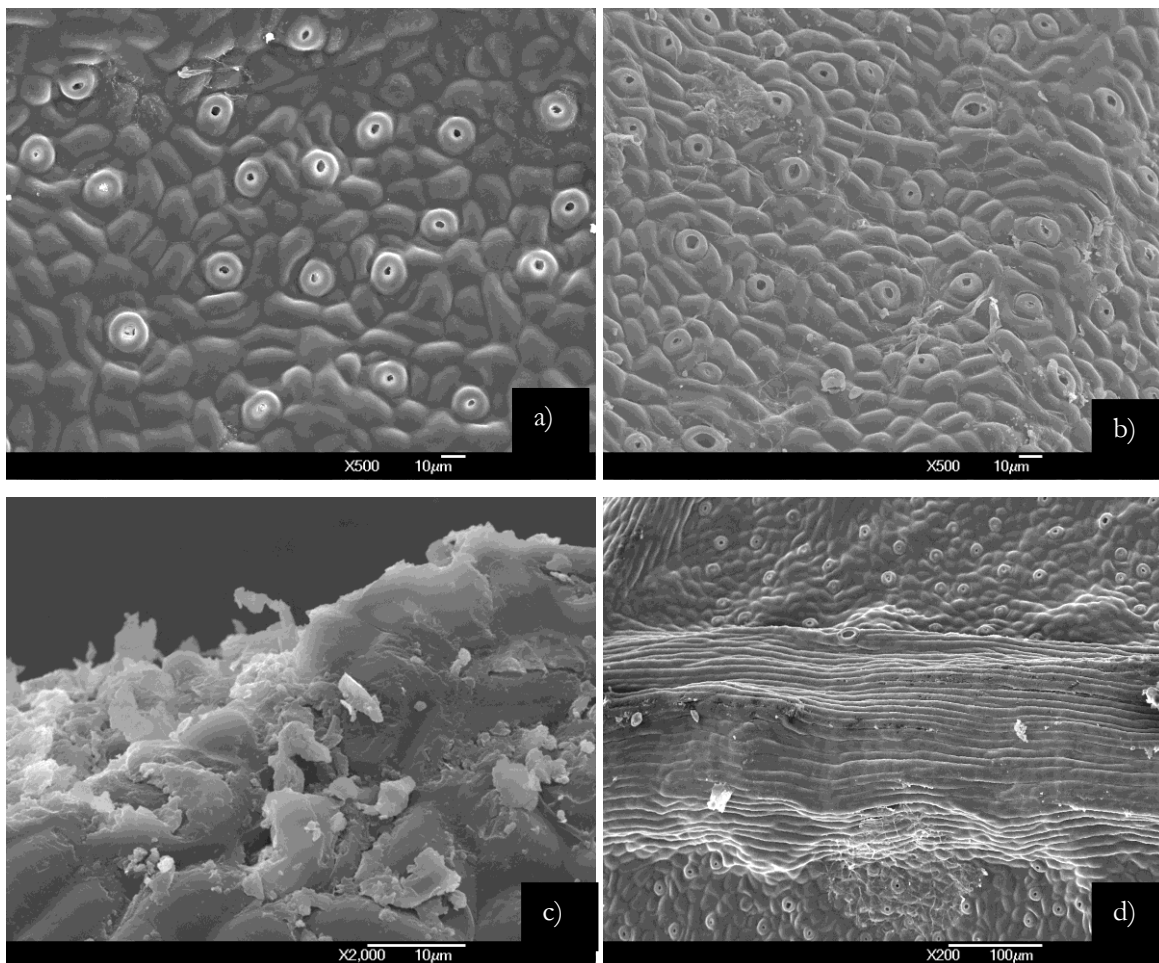


Fig. 35. *Amyris sylvatica* Jacq. a) Envés con estomas con collar cuticular redondo. b) Haz con estomas con collar cuticular redondo. c) Ceras epicuticulares costrosas. d) Vena media en el envés.

Ejemplares examinados: **CAMPECHE:** *Sin municipio:* en la Zona Arqueológica de Chicana, a 6 km al W de Xpujil, sobre carretera Chetumal-Escárcega E. *Cabrera 6980* (ENCB); **CHIAPAS:** *Sin municipio:* cerca de Tonalá, E. *Matuda sin núm.* (MEXU); **JALISCO:** *Municipio Casimiro Castillo:* 11-12 km al SSW de Autlán, 7-8 km al N de Casimiro Castillo, 19°40'16"N, 104° 25'56" O, F. *Santana et al. 5734* (IEB); **MICHOACÁN:** *Municipio Coalcomán:* San José, G.Hinton. 13800 (ENCB) **NAYARIT:** *Municipio Tuxpan Peñitas:* camino empedrado de la estación de Microondas- Peñitas, en el entronque de la carretera Tepic-Mazatlán a Tuxpan, 21° 26' N, 105° 13' O, O.Téllez 12670 (IEB); **OAXACA:** *Sin municipio:* Cañón de Tonalá sobre el río Salado; 2.5 km al NE de Santo Domingo Tonalá, 17° 45' 42" N, 97° 57' 24" O E. *Guízar et al. 3805* (ENCB, MEXU, CHAP, IEB); **QUINTANA ROO:** *Municipio Cobá:* Gran plataforma, ladera N, Cobá, *Barrera 732* (MEXU); a 10 km al S de Akumal, sobre carretera Cancún- Tulum, E. *Cabrera 4751* (MEXU, ENCB, UAMIZ); Gran Plataforma, primer transecto, primer nivel 20° 29' 29"

N, 89°43'55" O, *R. López et al. sin núm* (CICY); **Municipio Solidaridad:** en Xcaret, a 5 km al S de la desviación a Playa del Carmen, *E. Cabrera 9257* (MEXU, ENCB); **Municipio Cozumel:** a 1 km al N del Faro de la Punta Sur sobre el camino a Laguna Colombia, Isla de Cozumel, *E. Cabrera 8722* (MEXU); Isla de Cozumel; a 1 km al N del Faro de la Punta Sur sobre el camino a Laguna Colombia, *E. Cabrera 8722* (ENCB) **VERACRUZ:** 6 km al NE de Sn. Andrés Tuxtla, *J.H. Beaman 5948* (MEXU, XAL); Rancho cerca de Santiago Tuxtla, *F. Miranda 8088* (MEXU); **Municipio San Andrés Tuxtla:** Laguna Encantada, 2 km al N de Sn. Andrés Tuxtla, *R. Cedillo 3855* (MEXU, CICY); Laguna Encantada, a 5 km al NE de Sn. Andrés Tuxtla, por la carretera antigua a Mastagaga, *J.I. Calzada 10758* (MEXU, CHAP, XAL, IEB, UCAM); 2 km al N de Sn. Andrés Tuxtla, *R. Cedillo 3735* (MEXU); **Municipio Santiago Tuxtla:** Laguna Cráter Pollinapa km 18 de carretera de San Andrés Tuxtla, *R. Cedillo 411* (MEXU); **Municipio Catemaco:** Cumbres del Bastonal al S de Tebanca, *sin colector* (XAL).

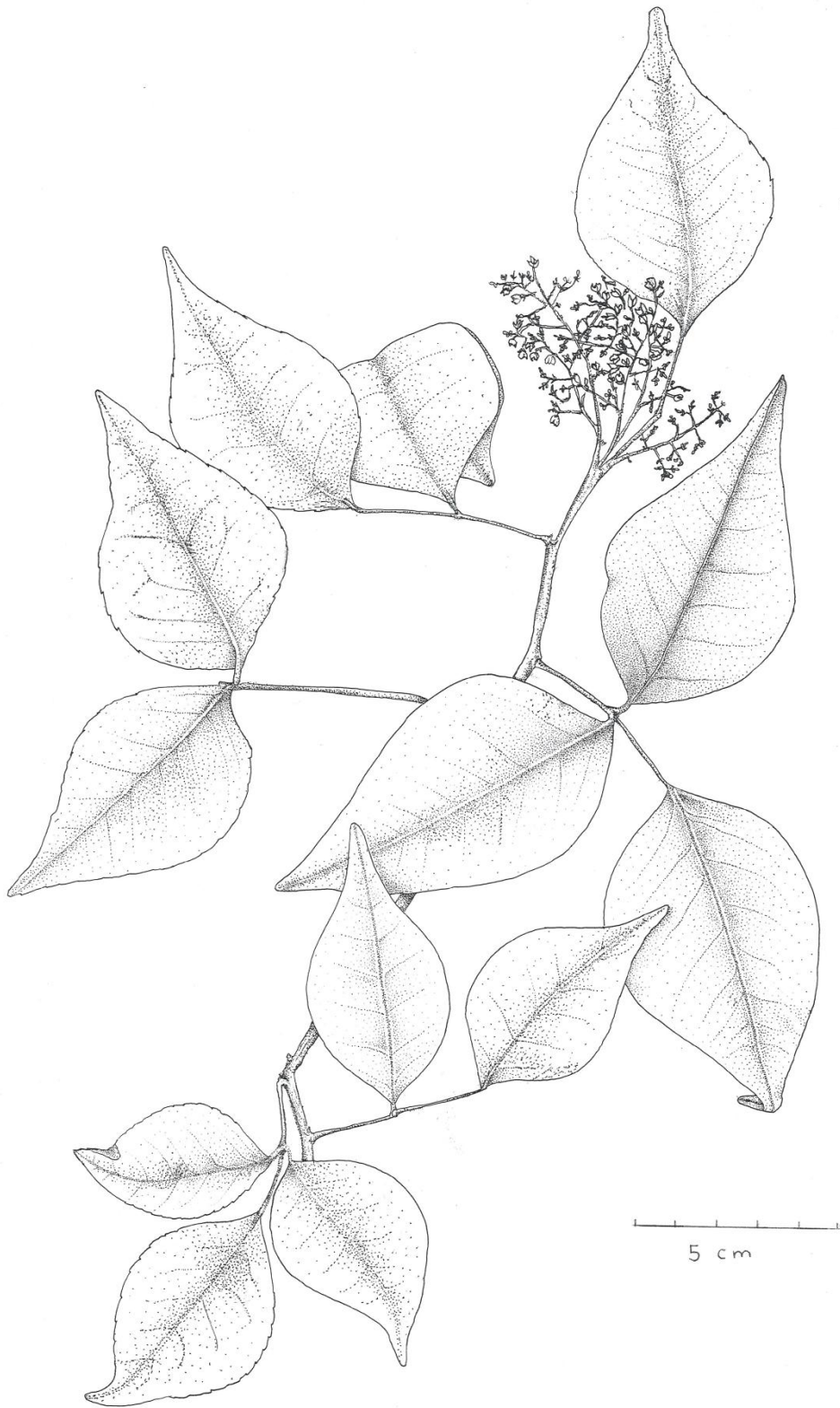


Fig. 36 *Amyris sylvatica* Jacq.
Cedillo, T. R. 3855 (MEXU)

Amyris texana (Buckl.) P. Wilson, *Torreya* 8:139.1908. Tipo: Near Corpus Christi, Texas
Drummond, T. 79. Holotipo: K! (Figs. 37 y 38)

Zanthoxylum texanum Bull. *Torrey Bot. Club* 10 (8) : 90 1883.

Amyris parvifolia A. Gray, *Proc. Amer. Acad. Arts* 23: 226. 1888. Tipo: U.S. Banks of Rio Grande,
10 miles below Brownsville. Holotipo: A!

Nombre común local: Chapotillo (Texas).

Arbustos, 1 a 4 m de alto, monoicos. **Ramas** glabras. **Hojas** persistentes, alternas; pecíolos verde claro de 5 a 25 mm de largo; peciólulos laterales 1 a 10 mm de largo, engrosados, cerosos; terminales, 3 a 20 mm de largo, engrosados en el ápice; folíolos 3, ovados a ovado-elípticos, glabros, con glándulas en haz y envés; folíolos laterales de 8 a 25 mm de largo, 5 a 37 mm de ancho, terminales 15 a 40 mm de largo, 5 a 25 mm de ancho; ápice convexo a ligeramente acuminado; margen erosado, a veces involuto; base cuneada o cordada, en ocasiones convexa. **Inflorescencias** en panículas terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos 6 a 10 mm de largo; brácteas 0.3 a 1 mm de largo, glabras, cerosas, amarillo claro-pardo a veces oscuras; bractéolas 0.3 a 0.5 mm de largo. **Flores** sobre pedicelos de 1 a 3 mm de largo; bractéolulas 0.2 a 0.3; sépalos 4, connados, 0.5 a 0.7 mm de largo, 0.5 a 0.7 mm de ancho; pétalos 4, blanco-amarillentos, libres, 2.5 a 3.5 mm de largo, 1.5 a 2 mm de ancho con glándulas pardas; estambres 8; filamentos 0.3 a 1.5 mm de largo, glabros, anteras versátiles 0.5 a 0.7 mm de largo; ovario súpero, unilocular, ceroso, ligeramente indumentado a glabro, 0.5 mm de diámetro, estilo 1; disco nectarífero 0.4 a 0.5 mm de diámetro, ceroso. **Fruto** una drupa de 4.5 a 5.1, verde.

Distribución. Esta especie se distribuye al noreste del país en Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí.

Fuera de México esta especie se distribuye en el oeste del estado de Texas.

Hábitat. Bosque tropical caducifolio, bosque espinoso y matorral xerófilo, entre los 100 y 660 m.s.n.m. Se ha encontrado creciendo cerca de *Prosopis*, *Castela*, *Acacia*, *Yucca*, *Taxodium*, *Sargentia gregii*.

Fenología. Se ha colectado con botones en abril, mayo y agosto; con flores en antesis en mayo y con frutos en mayo y julio.

La especie se distingue por sus hojas trifoliadas, de margen erosado; la mayoría de los colectores la describen de hábito arbustivo. Al igual que las demás especies, sus flores se observaron de color blanco o crema en los ejemplares examinados, sin embargo en datos de colectas que no presentan flores, se menciona que en el campo éstas se observaron de color verde o verde-amarillentas (*F. González 14599, M. Martínez 487*).

Amyris texana (Buckl.) Wilson se ha confundido con *A. cordata* Johnst. pero son claramente distintas y sobre esto se habla en la descripción de ésta última.

Morfología foliar

La especie es anfistomática. Los estomas se presentan distribuidos homogéneamente en la superficie del envés y aisladamente en el haz, pueden también estar en la vena media. El aparato estomático presenta collar cuticular redondo de superficie rugosa. La vena media tiene células alargadas. El haz presenta prominencias dispersas en toda la superficie, las cuales no son glándulas. No presenta tricomas ni otras estructuras. Las ceras epicuticulares son de tipo granular.

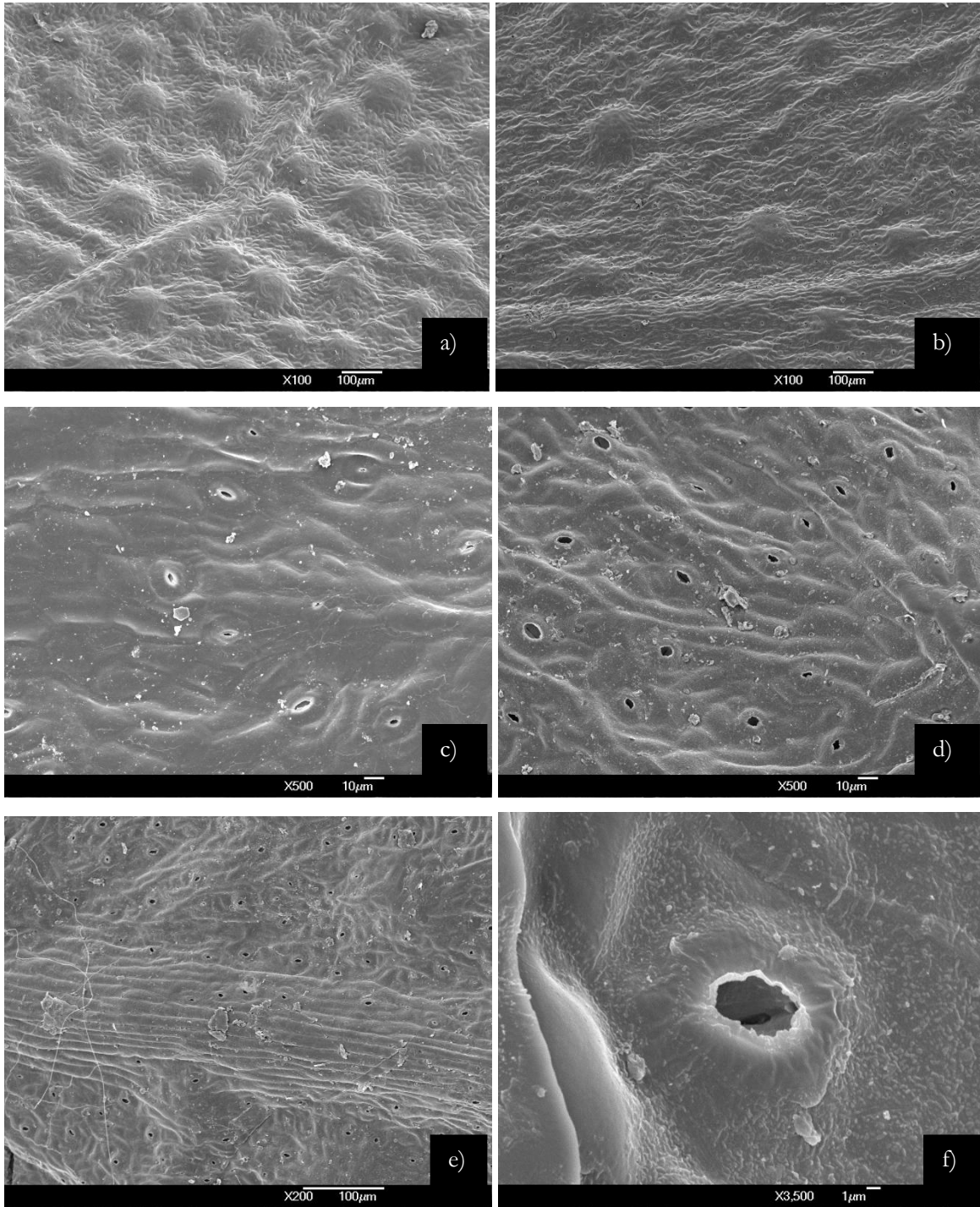


Fig. 37. *Amyris texana* (Buckl.) P. Wilson. a) Haz con levantamientos. b) Envés con levantamientos. c) Estomas del envés. d) Estomas del haz. e) Vena media con estomas f) Collar cuticular redondo del estoma.

Ejemplares examinados: **SAN LUIS POTOSÍ:** *Sin municipio:* 15 km al N de Tamuín, *J. Rzedowski 10867* (ENCB); Estación Forestal Experimental, 25 km al E de Tamuín, 22° 4'44" N, 98° 8'28" O, *J. Rzedowski 23352* (MEXU, ENCB); Estación Forestal Experimental; 25 km al E de Tamuín, *J. Rzedowski 23130* (ENCB); **NUEVO LEÓN:** **Municipio Los Ramones:** Sierra de Papagayo, camino a la estación de microondas 25° 47'N, 99° 45'O, *J.A. Villareal et al. 7467* (CHAP); **Municipio Victoria:** Río San Marcos, 17 km al W de Ciudad Victoria, *M. Martínez 784* (MEXU, CICY);; **Municipio Linares:** 20 k al O de Linares, *F. González 4981* (MEXU); *Sin municipio:* Arroyo Lajas aprox. a 4 km al NO de Hualahuises, Linares, N.L., *F. Chiang 984* y *M. Carranza 409* (MEXU, ENCB, CHAP,); Rancho de la Carbonera, 25° 20'N, 99° 16'O, *J.A. Villareal 8653* (ENCB, MEXU); 4 millas al SW de Cadereyta, *D. Seigler et al. 13334* (MEXU); A una milla al S de Villa Juárez, *D. Seigler et al. 13337* (MEXU); Valle cerca de Monterrey, *C. Pringle 2527* (MEXU); **TAMAULIPAS:** **Municipio González:** 4 km al S de Torrecillas. "Pico Torrecillas", *F. González 7259* (MEXU); **Municipio San Carlos:** entre El Mulato y San Cristóbal, 24° 45'3" N, 98° 53'41" O, *H. Bartlett 11011* (MEXU, ENCB); **Municipio Soto la Marina:** 5 km al W de Soto la Marina, 23° 45'25" N, 98° 15'13" O, *F. González 130* (ENCB); **Municipio Matamoros:** Km 23, a 23 km al E de Matamoros, rumbo a la Playa Lauro Villar. Ejido el Huizachal, cerca de la carretera, *F. González 17665* (MEXU); Ejido el Huizachal, a 23 km al E de Matamoros rumbo a Playa Washington, *F. González 17741* (MEXU); km 23, a 23 km al E de Matamoros, rumbo a la playa Lauro Villar (playa Washington). Ejido el Huizachal, cerca de la carretera, *F. González 17656* (MEXU); *Sin municipio:* Carvajal a 95 km al S.E. De S. Fernando, *F. González 760* (MEXU); Cerro de la Tamaulipeca, *H. Bartlett 10562* (MEXU); Sn. José del Alto (Las Adjuntas) y el Palmar cerca de Sn. Nicolás, *V. Toledo 2809* (MEXU); km 179 carretera Victoria-Llera, *M. Martínez 487* (MEXU); 60 km al SW de Reynosa en el camino a China, N.L., *F. González 14599* (MEXU); 30 km al N.E. De Soto la Marina, *F. González 893* (MEXU); bajo mesa de Llera, *J. Crutchfield 5428* (MEXU); 30 km al S.W. de Cruillas, Rancho La Enramada, *F. González 2295* (MEXU); 23 km al N.O. De Soto la Marina, *F. González 1066* (MEXU); 10 km al E de Manuel, *H. Puig 3736* (ENCB); 30 km al S.W. De Cruillas, Rancho La Enramada, *F. González 2295* (MEXU); 5 millas al O de Padilla, *J. Graham 4692* (MEXU); km 4 al E del Riveroño, 42 km al S.E. De S. Fernando, *F. González 811* (MEXU); Cerro de los Armadillos, *H. Bartlett 10211* (MEXU); 4 millas al N de Tomaseno en la carretera Victoria-Villagrán, *J. Graham 4677* (MEXU); al O de Soto la Marina, *F. González 130* (MEXU).



Fig. 38 *Amyris texana* (Buckl.) P. Wilson
Seigler, D., Ebinger, J., Read, K., H. Clarke 13337 (MEXU)

Amyris thyrsoflora Turcz. Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou 31(1): 475. 1858. Sintipos: Mexico, alt. 3000 ped *Galeotti* 2822; Vera Cruz, alt. 2500 ped. Linden 77. Holotipo: probablemente en G. Sintipos: K! (Figs. 39 y 40).

Árboles o arbustos 1.2 a 2 m de alto, monoicos. **Ramas** glabras, cerosas. **Hojas** alternas; pecíolos de 10 a 25 mm de largo, alados; peciólulos laterales de 1 a 5 mm de largo, a veces alados; terminales de 10 a 20 mm de largo, alados; folíolos 3, ovados, glabros, con glándulas oleíferas en haz y envés, la vena media amarilla en envés; folíolos laterales de 40 a 70 mm de largo, de 20 a 35 mm de ancho, terminales, de 50 a 90 mm de largo, de 25 a 35 mm de ancho; ápice acuminado; margen crenado a aserrado; base cuneada. **Inflorescencias** en panículas axilares y terminales, con numerosas flores cada una; pedúnculos de 6 a 30 mm de largo, cerosos; brácteas 0.9 a 1.7 mm de largo, glabras, amarillo claro a veces oscuras, cerosas; bractéolas 0.7 a 1.3 mm de largo. **Flores** sobre pedicelos de 0.5 a 1 mm de largo; bracteólulas 0.5 a 0.7 mm de largo, a veces imbricadas; sépalos 4, connados en la base, a veces los lóbulos imbricados, 0.7 a 1 mm de largo, 0.5 a 0.9 mm de ancho; pétalos 4, blanco-amarillentos, libres, con glándulas pardas no muy evidentes, 2 a 2.5 mm de largo, 1 a 1.3 mm de ancho, con glándulas oleíferas; estambres 8, filamentos 0.5 a 1.5 mm de largo, anteras 0.5 a 0.8 mm de largo; ovario súpero, unilocular, ceroso, tuberculado, 0.5 a 0.6 mm de diámetro, a veces con septo incompleto parenquimatoso; estilo 1; disco nectarífero de 0.6 mm de diámetro ligeramente indumentado. **Fruto** una drupa, 3.4 a 7 mm de diámetro, oscura en la madurez.

Distribución. En el estado de Veracruz.

Hábitat. Bosque tropical caducifolio, bosque de galería; a 900 m.s.n.m.

Fenología. Se ha colectado con botones en julio, con flores en antesis en marzo y con frutos en agosto y septiembre.

Esta especie se distingue por sus pecíolos alados (generalmente los peciólulos también lo son) y es la única especie del género en México con este carácter; al respecto, Kunkel (1907) y Standley (1923) señalan que esta característica es frecuente en la especie y en todos los ejemplares revisados de ella para el presente trabajo se observó este carácter.

Lundell (1960) señaló que *A. staminosa* es cercana a *A. thyrsoflora* y que difiere de ella por sus hojas que son conspicuamente doblemente crenadas y redondeadas u obtusas en el

ápice; sin embargo, una de las mayores diferencias que hizo falta mencionar es el pecíolo alado de *A. thyrsiflora*. Tomando en cuenta esta observación de Lundell y el hecho de que aquí se considera a *A. staminosa* un sinónimo de *A. sylvatica* Jacq. se puede decir que en efecto existe semejanza entre ambas, principalmente en la tonalidad de sus folíolos y lo remarcado de la venación pero *A. thyrsiflora* presenta los pecíolos alados, folíolos más angostos que *A. sylvatica* y está reportada para el estado de Veracruz, mientras que *A. sylvatica* tiene una mayor distribución en el sur y sureste del país. Es necesaria la lectotipificación de la especie dado que sólo se cuenta con dos sintipos. Se considera endémica de México, del estado de Veracruz.

Morfología foliar

Especie hipostomática. Los estomas se encuentran en el envés de los folíolos y en general unos más cercanos de otros; presenta collar cuticular redondo bien definido con superficie ligeramente granulosa. La superficie del haz es uniforme, con células epidérmicas abultadas que pueden formar prominencias de apariencia glandular. No presenta tricomas.

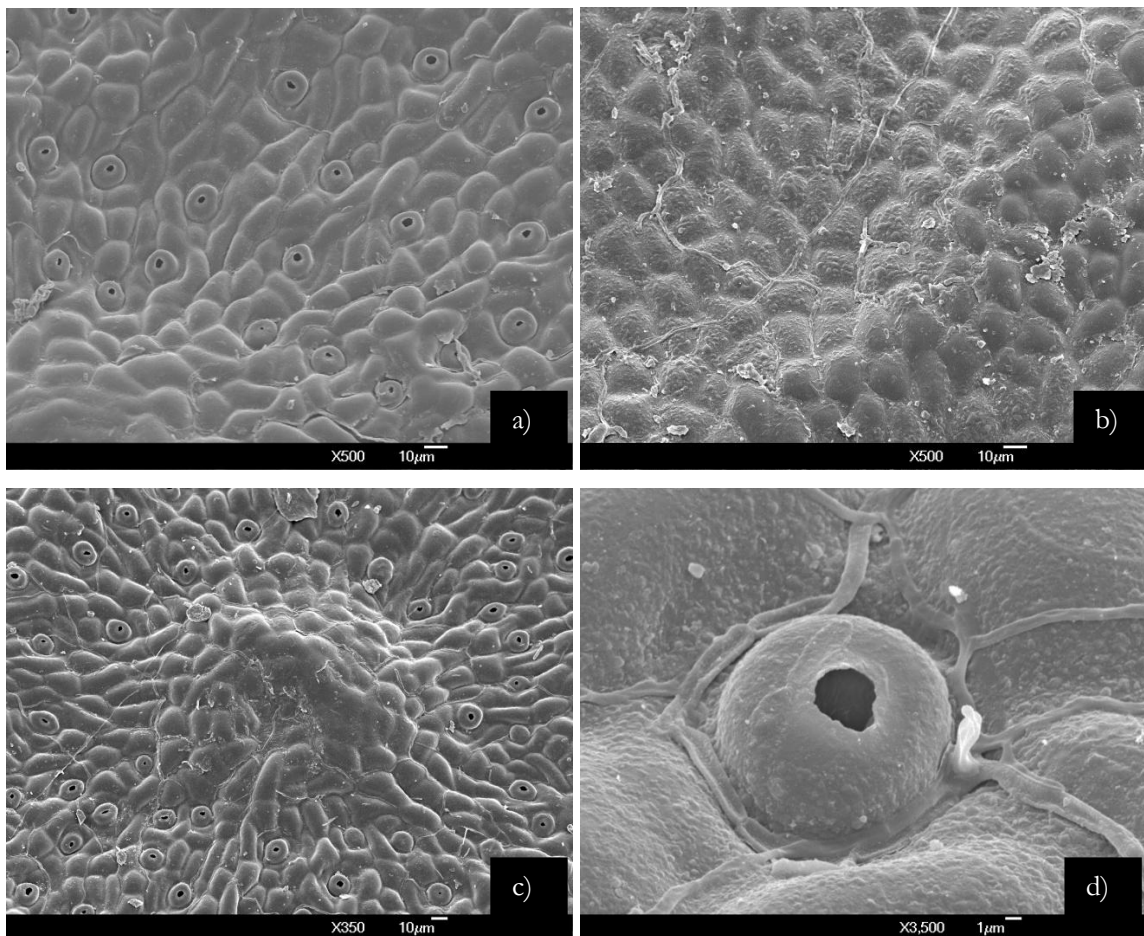


Fig. 39. *A. thyrsiflora* Turcz. a) Envés con estomas. b) Haz c) Levantamiento en la superficie del envés. d) Collar cuticular redondo del estoma.

Ejemplares examinados: VERACRUZ: **Municipio Xalapa:** Cañada a orillas de la ciudad de Jalapa, a 600 m de la carretera Córdoba-Xalapa, 19° 30'21" N, 96° 54'56" O, *M. Germán* 196 (ENCB, MEXU, FCME); **Municipio Totutla:** El Encinal, *F. Ventura* 15242 (CICY); **Municipio Coatepec:** 1 km al SE de la carretera principal Jalapa-Huatusco; 5 km al SO del puente sobre el río los Pescados. 5 km al SE de Tuzamapan, 19° 21' N, 96° 50' O, *I.M. Nee* 26023 (XAL); **Municipio San Andrés Tuxtla:** 2 km al N de Sn. Andrés Tuxtla, *R. Cedillo* 3855 (MEXU); **Municipio Zapata:** La Laja, entre Corral Falso Pinoltepec, a 900 m de la carretera Jalapa-Ver., *M. Sousa* 4564 (MEXU); entre Corral Falso y Pinoltepec, de la carretera Jal-Ver. desv. a 16 km al SE de Jalapa, *M. Sousa* 4739 (MEXU).



Fig. 40 *Amyris thyrsoflora* Turcz.
M. Sousa, A. Delgado 4564. (MEXU)

G. *Discusión*

Las especies mexicanas del género *Amyris* P. Browne se distribuyen a lo largo y ancho del todo el territorio mexicano, son más numerosas en la vertiente del Pacífico. Las especies consideradas endémicas se ubican principalmente a lo largo de esta vertiente y la del Atlántico. El género es totalmente americano, y por su distribución en el continente presentan en su mayoría, afinidad meridional, de acuerdo a la designación de Rzedowski (1981), aunque también boreal. En México, se ubican en todas las regiones de los reinos Holártico y Neotropical, principalmente en la región Caribeña, Mesoamericana de Montaña, Xerofítica Mexicana y en menor medida en la Pacífica Norteamericana. Se desarrollan mayormente en los bosques tropicales caducifolio y perennifolio; también en el bosque de galería y matorral xerófito, este último considerado como uno de los tipos de vegetación más ricos en endemismos, tanto a nivel genérico como específico (Rzedowski, 1981); y se desarrolla con una menor diversidad en los bosques tropical subcaducifolio, espinoso, de *Quercus* y de *Pinus-Quercus*. Esto indica que el género presenta adaptabilidad considerable y que un factor que podría limitar su distribución es la temperatura, ya que son pocas las especies que se presentan en el norte del país donde las temperaturas son más extremas a lo largo del año.

El número de especies consideradas representa el doble de las consideradas por Standley (1923), quien incluyó ocho especies para México. Es importante resaltar que, en este trabajo, de *Amyris lurida* Lundell y *Amyris conzatti* Standley sólo se contó con las imágenes e información de colecta de los tipos y se incluyen porque, con base en estos datos y las descripciones, son distintas a las demás. Se necesita hacer un estudio más a fondo respecto a ellas, comenzando por visitar las localidades tipo y determinar si aún se encuentran ahí y su distribución geográfica aproximada.

La clave de identificación de Standley (1923) para las especies de México se basa en características vegetativas, como el número, forma y disposición de los folíolos y la longitud de los pecíolos. Standley y Steyermark (1946) para las especies de Guatemala usan exclusivamente las características de los folíolos, y Gerau (1991) considera también los caracteres reproductivos para las especies de América del sur. En el presente trabajo la clave de identificación se basa principalmente en los caracteres morfológicos vegetativos,

dada la carencia, en muchos casos, de datos de los caracteres reproductivos. Es posible que caracteres del fruto puedan considerarse posteriormente como un elemento más de distinción, por ejemplo el color, que puede variar en la estructura madura. Los caracteres reproductivos disponibles no fueron tan útiles en la delimitación de especies; Según Parker (2008) y Kunkel (1907) las flores de *Amyris* pueden ser solitarias, aunque no es el caso de las especies de México, ya que las inflorescencias se presentan indistintamente en panículas axilares y terminales; sólo *A. monophylla* Brandegees tiene panículas únicamente terminales según la descripción original; pero este carácter no pudo corroborarse, ya que los ejemplares revisados carecían de estas estructuras. La inflorescencia de *A. rekoii* Blake, difiere del resto de las especies por su color muy oscuro, por lo menos en material de herbario. Los caracteres de la flor son muy similares entre todas las especies, con excepción de *A. marshii* Standley y *A. rekoii* Blake, en las que se encontraron 10 estambres (siendo ocho el número común del género); esta información se incluyó en la clave como un carácter distintivo; por otro lado, cabe señalar que la información sobre el número de los estambres no se especifica en la mayoría de las descripciones originales de las especies. Las semillas, que no pudieron observarse, de acuerdo a Parker (2008) en el género son solitarias y con testa membranosa, los cotiledones gruesos, plano-convexos, carnosos y con glándulas puntadas.

Las 16 especies consideradas en este trabajo son de hábito arbustivo o arbóreo y cuatro de ellas: *A. attenuata* Standl., *A. marshii* Standl., *A. monophylla* Brandegees y *A. rekoii* Blake, son unifoliadas, difiriendo principalmente en el tamaño de sus folíolos, en la forma de éstos, en el color y en el número de pares de nervios que presentan.

Caracteres como el indumento, textura y color también fueron utilizados en la elaboración la clave de identificación. En general, los caracteres morfológicos vegetativos tales como el grado de división de la hoja, tamaño, forma y número de folíolos e indumento, diferencian de manera importante a las especies del género.

Por otro lado, aunque los caracteres morfológicos vegetativos pueden variar dentro de las especies, dependiendo de factores ambientales y de distribución, en este caso son lo suficientemente distintos para identificar a las especies, lo que implica diferencias a nivel genético. No obstante, es importante señalar que para tener una visión más amplia sobre la

delimitación y relaciones filogenéticas entre las especies serían necesarios estudios anatómicos y moleculares.

Con relación a las sinonimias:

a) Se considera a *A. belizensis* Lundell como sinónimo de *A. attenuata* Standley dado que la diferencia que las separa es únicamente la longitud del pecíolo, que es más corto en la primera.

b) Se considera a *A. staminosa* Lundell, como sinónimo de *A. sylvatica* Jacq., ya que sólo difieren en la forma del ápice de los folíolos, según la descripción original de las especies. Estas formas (folíolos agudos en *A. sylvatica* y redondeados u obtusos en *A. staminosa*) pueden ser una variación regional de la misma especie. No se encontró un ejemplar de *A. staminosa*, que pudiera ser revisado.

c) *Amyris maritima* Jacq. es sinónimo de *A. elemifera* L., ya que el desarrollo del ginóforo y el tipo de indumento, usados anteriormente para diferenciar ambas especies no son suficiente para separarlas. La descripción más completa de *A. maritima* Jacq. (Urban, 1896) no incluye suficiente información para separarla de *A. elemifera*. Puede inferirse que cuando se describió *A. maritima*, ésta ya había sido descrita anteriormente por Linneo (1759) con el nombre de *A. elemifera* L.

d) *Amyris vestita* Lundell es sinónimo de *A. elemifera* L. dado que sólo difieren en la forma del ápice de sus folíolos y que en ocasiones son un poco más pequeños en algunos ejemplares revisados provenientes de Guatemala. Esta puede ser una variación regional de la especie. El indumento del ovario, que fue señalado como posible diferencia entre ellas (Lundell, 1960), se observó muy similar entre ambas.

e) *Amyris mexicana* Lundell es sinónimo de *A. balsamifera* L. ya que comparten una serie de características como el número de folíolos y características del indumento en estructuras vegetativas y reproductivas (inflorescencias). No se observaron las diferencias señaladas por Lundell (1960); lo más probable es que este autor nombró a una especie que ya había sido descrita anteriormente por Linneo (1759) de manera muy suscita.

No existen trabajos previos sobre la micromorfología foliar de este género. Las diferencias principales observadas entre las especies se encontraron en la estructura del aparato estomáico, la presencia o ausencia de tricomas, presencia o ausencia de papilas en el envés y de cristales.

La mayoría de las especies son hipostomáticas y las que también presentan estomas en el haz, desarrollan menor cantidad que en el envés. Esta característica se presenta en especies que crecen en casi todos los tipos de vegetación donde se desarrolla el género en México, excepto en los bosques de *Quercus* y de *Pinus-Quercus*. Los estomas hundidos se presentan también indistintamente en los tipos de vegetación y todas excepto *A. cordata* I.M. Johnst. y *A. marshii* Standl. presentan tricomas.

Las células del aparato estomático de varias especies se encuentran formando un collar cuticular. Respecto a esta estructura, las especies mexicanas de *Amyris* pueden dividirse en tres grupos, uno donde el collar es redondeado (rugoso o ligeramente granuloso), otro donde es ovado y otro donde no se presenta, lo que reafirma la importancia del estudio de caracteres microscópicos. Las especies que presentan el collar cuticular se encuentran en todos los tipos de vegetación; de ellas *A. elemifera* L., *A. balsamifera* L. y *A. purpusii* P. Wilson han sido previamente relacionadas como más cercanas. *A. marshii* Standl. es la única especie monofoliada que presenta esta característica, lo que sirve como un carácter de distinción con *A. monophylla* Brandege, con quien tiene semejanzas.

A. sylvatica Jacq. y *A. thyrsoiflora* Turcz. presentan collar cuticular redondo de superficie ligeramente granulosa y han sido relacionadas previamente; tienen similitud morfológica aunque *A. thyrsoiflora* tiene pecíolos alados. *A. texana* (Buckl.) P. Wilson y *A. cordata* I.M. Johnst. también han sido relacionadas y ambas presentan collar cuticular redondo de superficie rugosa.

Los estomas hundidos rodeados de papilas, los tricomas simples, la presencia de células subsidiarias desarrolladas y el desarrollo de collar cuticular se presentan independientemente entre sí en todas las especies con excepción de las monofoliadas *A. rekoii* Blake, *A. attenuata* Standl. y *A. monophylla* Brandege que no presentan ninguna de estas características. Estos caracteres que son propios de áreas de estrés hídrico permiten hipotetizar un posible origen del género en estas zonas.

La mayoría de las especies presentan ceras epicuticulares granulares.

Los estomas son hundidos y con collar en *A. elemifera* L., *A. balsamifera* L., *A. sylvatica* Jacq., *A. chiapensis* Lundell y *A. purpusii* P. Wilson que crecen en el sureste del país, y en *A. cordata* Johnst., *A. texana* (Buckl.) P. Wilson, *A. marshii* Standl. y *A.*

madrensis S. Watson que se encuentran en el norte del territorio mexicano; las primeras cinco especies crecen en bosque tropical perennifolio y bosque tropical caducifolio y las otras cuatro, en matorral xerófito y bosque de *Quercus*. Sin embargo, en el bosque tropical caducifolio se encuentran también especies de *Amyris* donde no se presentan los estomas hundidos ni collar cuticular. Se puede hipotetizar un posible origen boreal del grupo, dado que estos caracteres son característicos de especies de estas regiones donde la reserva de agua es importante (Esau, 2006). La presencia de folíolos coriáceos en las especies también apoyan la idea de un origen en zonas de estrés hídrico y ambiental.

La presencia o ausencia de tricomas no parece estar relacionada con el tipo de clima, ya que se encuentran tanto en especies de climas cálidos y secos como en especies de climas húmedos; sin embargo, son más frecuentes en especies del último tipo de clima. Es posible que en este caso los tricomas cumplan funciones de defensa para la planta o alguna otra dependiendo de sus características particulares.

El género *Amyris* se encuentra poco colectado en el país, siendo *A. elemifera* L. la especie más abundante en los herbarios, seguida por *A. madrensis* S. Watson; esto puede deberse a que no se han encontrado en floración o fructificación (varios ejemplares de herbario carecen de flor o fruto) o a que las especies no tienen estructuras reproductivas llamativas a primera vista. Algunas especies también pueden ser elementos raros en su hábitat. Aparentemente *A. elemifera* L. es colectada por tratarse de una especie abundante en su área de distribución.

Varios ejemplares colectados carecen de inflorescencias o fruto, lo que dificulta la determinación de ciertos ejemplares y representa una falta de datos sobre fenología. Parker (2008) y Kunkel (1907) señalan que las flores de *Amyris* pueden ser solitarias pero no es el caso para las especies de México. Aunque la única variación encontrada en la flor fueron los 10 estambres en *A. rekoi* Blake y *A. marshii* Standl., es necesario un trabajo de campo más amplio para abundar en la información fenológica, de distribución y de variación general de las estructuras de la plantas.

H. Conclusiones

- Este trabajo considera que el género *Amyris* P. Browne en México se compone de 16 especies de hábito arbustivo o arbóreo, que se caracterizan por sus folíolos coriáceos, inflorescencias axilares y terminales y flores blanco-amarillentas con glándulas pardas punteadas en los pétalos. Se observó un ovario súpero unilocular en las especies donde fue posible.
- Existen hasta ahora 10 especies endémicas del género en México: *A. carterae* Rebman et Chiang, *A. chiapensis* Lundell, *A. conzatti* Standl., *A. cordata* I.M.Johnst., *A. lurida* Lundell., *A. marshii* Standl., *A. monophylla* Brandegee., *A. purpusii* P. Wilson, *A. rekoi* Blake y *A. thyrsiflora* Turcz. las cuales son de distribución restringida.
- *A. lurida* Lundell y *A. conzatti* Standl. son especies de las que se requiere trabajo de campo dado que sólo se cuenta con las imágenes de los tipos cuya colecta es de los años 1943 y 1921 respectivamente, lo que hace más necesario corroborar su existencia en la actualidad en la localidad tipo.
- Se encontró problema de tipificación en dos especies: *A. sylvatica* Jacq y *A. thyrsiflora* Turcz. por lo que deben ser lectotipificadas.
- Cuatro especies se consideran sinónimas de otras en este trabajo: *A. belizensis* Lundell como sinónima de *A. attenuata* Standl; *A. maritima* Jacq. como sinónima de *A. elemifera* L.; *A. mexicana* Lundell como sinónima de *A. balsamifera* L.; *A. staminosa* Lundell como sinónima de *A. sylvatica* Jacq. y *A. vestita* Lundell como sinónima de *A. elemifera* L.
- El género presenta afinidad meridional y boreal de acuerdo a la designación de Rzedowski (1981). En México llega a su distribución más septentrional a excepción de *A. texana* (Buckl.) P. Wilson y *A. elemifera* L. que se distribuyen también en Estados Unidos (Texas y Florida respectivamente). Las especies se desarrollan principalmente en bosque tropical caducifolio seguido del bosque tropical perennifolio; se encuentran también en bosques de galería, bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, bosque de *Quercus*, bosque tropical subcaducifolio, bosque espinoso y en menor medida en bosque de *Pinus-Quercus*.
- Hay especies mexicanas de *Amyris* en floración durante todo el año. La mayoría en meses cálidos y húmedos (marzo a junio) y son menos las que florecen en meses fríos y secos

(noviembre a febrero). La mayor cantidad de especies en fructificación se encuentra en la segunda mitad del año (de julio a noviembre)

-El género está escasamente colectado en el país. *A. elemifera* L. es la especie más colectada.

-Es necesario contar con un mayor número de ejemplares para revisión, en especial de las especies que no se encuentran colectadas y de las que las estructuras reproductivas no estuvieron disponibles, con el fin de reconocer el valor taxonómico de la variación si existe.

-*A. rekoii* Blake y *A. marshii* Standl. presentaron 10 estambres por lo que se salen del patrón estándar del género que es de ocho.

-Los caracteres vegetativos como número, tamaño y forma de folíolos, grado de división de la hoja e indumento son importantes para la distinción de las especies del género y fueron fundamentales para la construcción de la clave de identificación.

-Los caracteres micromorfológicos foliares explorados son útiles para caracterizar a las especies del género y hacer algunas inferencias sobre ellas. Las diferencias en el aparato estomático, permite hacer distinciones entre algunas que son semejantes como *A. marshii* Standl. y *A. monophylla* Brandege. La presencia o ausencia de tricomas y papilas también permite distinguir a las especies.

-Mayor trabajo de campo, estudios anatómicos, fitoquímicos y filogenéticos proporcionarán más información de valor taxonómico sobre las especies y serán de utilidad para el estudio del género *Amyris* dentro de la familia Rutaceae.

Literatura citada

The Angiosperm Phylogeny Group. 2009. *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III*. Botanical Journal of the Linnean Society 161:105-121.

Auld, T.D. 2001. *The ecology of the Rutaceae in the Sydney region of south-eastern Australia: Poorly known ecology of a neglected family*. Cunninghamia 7(2): 213-240.

Badal, S., Williams, S.A., Huang, G., Francis, S., Vedantam, P., Dunbar, O., Jacobs, H., Tzeng, T.J. 2011. *Cytochrome P450 1 enzyme inhibition and anticancer potential of chromene amides from Amyris plumieri*. Fitoterapia 82 (2): 230-236.

Barthlott, W., Neinhuis, C., Cutler, D., Ditsch, F., Meusel, I., Theisen, I., Whilhelmi H. 1998. *Classification and terminology of plant epicuticular waxes*. Botanical Journal of the Linnean Society 126:237-260.

Blake, J. 1918. *Amyris rekoii*. In: Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University. 53: 56.

Boesewinkel, F.D. 1977. *Development of ovule and testa in Rutaceae I: Ruta, Zanthoxylum and Skimmia*. Acta Botanica Neerlandica. 26 (3) p. 193-211.

Brandege, T. 1909. *Amyris monophylla*. In: University of California Publications in Botany 3 (8): 381-382.

Britton, N., Shafer, J.A. 1908. *North American trees*. Henry Holt and Company. New York, USA. pp. 575-577.

Britton, N., Millspaugh, CH. F. 1920. *The Bahama Flora*. Published by the Authors. New York, USA. pp 206-209.

Brizicky, G. K. 1962. *The genera of Rutaceae in the southeastern United States*. Journal of the Arnold Arboretum 43(1): 1- 22.

Browne, P. 1756. *Amyris*. In: The Civil and Natural History of Jamaica in three parts 208-209.

Burdock, G. 1997. *Encyclopaedia of Food and Color Aditives*. CRC, Press. Inc. USA, pp. 165-167.

Challenger. A. 1998. *Ambiente físico y zonas ecológicas de México*. En: Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, Presente y futuro. CONABIO. México.

Chase, M.W. , Morton, C.M., Kallunki, J.A. 1999. *Phylogenetic relationships of Rutaceae: A cladistic analysis of the subfamilies using evidence from RBCL and ATPB sequence variation*. American Journal of Botany 86 (8): 1191-1199.

Chavarría, M., Castro, V., Poveda, L., Murillo, R. 2008. *Cuatro compuestos nuevos del extracto no polar de la planta Amyris brenesii (Rutaceae) de Costa Rica*. Revista de Biología Tropical 56 (3): 1043-1052.

Cronquist, A. 1988. *The evolution and classification of flowering plants*. New York Botanical Garden. USA 550 pp.

D'Amelio F. 1998. *Botanicals: A phytocosmetic desk reference*. CRC Press. New York, 320 pp.

De la Fuente, G., Reina, M., Timon, I.1991. *Chromene amides from Amyris texana*. Phytochemistry 30(8):2677-26841.

Don, G. 1832. *A general history of dychlamideous plants: comprising complete descriptions of the different orders..the whole arranged according to the natural system*. Vol. 1. London J.G. & F. Rivington.

Engler, A. 1931. Rutaceae. En: Engler A., Prantl. K. (eds.) *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. Vol. 19a. Leipzig, Germany. pp 313-314.

Evert, R.F. 2006. *Esau's Plant Anatomy: Meristems, Cells, and Tissues of the Plant body*. John Wiley & Sons. USA. 567 pp.

Fawcett, W., Rendle, A.B. 1910. *Flora of Jamaica, containing descriptions of the flowering plants known from the island*. British Museum of Natural History. Dept. of Botany. Vol. 4 pp 190-193.

Fernandes da Silva, M.F., Gottlieb, O.R. 1988. *Chemosystematics of the Rutaceae: suggestions for a more natural taxonomy and evolutionary interpretation of the family*. Plant systematics and evolution 161:97-134.

Gereau, R.E.1991. *El género Amyris (Rutaceae) en América del Sur, con dos especies nuevas de la Amazonía occidental*. Candollea 46: 227-235

Gray, A.I., Waterman P.G., 1978. *Coumarines in the Rutaceae*. Phytochemistry 17(5): 845-864.

- Groppo, M., Pirani, J.R., Salatino, M.L.F., Blanco, S.R., Kallunki, J.A. 2008. *Phylogeny of Rutaceae based on two noncoding regions of cpDNA*. American Journal of Botany 95(8): 985-1005.
- Harborne J.B. 1982. *The flavonoids of the Rutales* In: 1982 Proceedings of the Phytochemical Society of Europe. Phytochemistry 22 (1) p. 10. 1983
- Jacquin, N. 1763. *Amyris sylvatica*. In: Selectarum Stirpium Americanarum Historia 107.
- Johnston, I.M. 1950. *Amyris cordata*. In: Journal of the Arnold Arboretum 31: 191.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellog, E.A., Stevens, P.F., Donoghue, M.J. 2002. *Plant Systematics: A phylogenetic approach*. Sinauer Associates. USA. 576 pp.
- Jussieu, Antoine Laurent de.1789. Rutaceae. In: *Genera Plantarum*. p. 296
- Kubitsky, K. 2011. *The families and genera of vascular plants. Vol. X. Flowering plants. Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 446 pp.
- Kunkel, S.J. 1913. *Flora of the southeastern United States*. The Author, New York, USA. pp. 673-679
- Kunkel, S.J. New York Botanical Garden. 1907. *North American Flora*. 25(1): 216-220.
- Langenheim, J.H. 2003. *Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology, Ethnobotany*. Timber Press, Inc. Oregon, USA. pp. 91, 357.
- Lewis, J.R.1982. *The biological activity of some secondary metabolites of the Rutaceae*. In: 1982 Proceedings of The Phytochemical society of Europe. Phytochemistry 22(1): p. 10. 1983.
- Linnaeus, C. 1759. *Amyris balsamifera*. In: Systema Naturae, Editio Decima 2:1000.
- Linnaeus, C. 1759. *Amyris elemifera*. In: Systema Naturae, Editio Decima 2:1000.
- Lundell, C. 1969. *Amyris chiapensis*. In: Wrightia 4(3): 110-111.
- Lundell, C. 1960. *Amyris lurida*. In: Wrightia 2 (2): 103.
- Macfayden, J. 1837. *The flora of Jamaica; a description of the plants of that island arranged according to the natural orders*. Vol. 1 Longman, London UK pp. 230-232.
- Maier, V.P. 1982. *Chemistry and biological significance of selected Citrus Limonoids and Flavonoids*. In: 1982 Proceedings of the Phytochemical Society of Europe. Phytochemistry 22 (1) p. 12. 1983

Manual of Leaf Architecture – morphological description and categorization of dicotyledonous and net vained monocotyledonous angiosperms by Leaf Architecture Working Group. Smithsonian Institution. 65 p.

Mao W, Berhow M.A., Zangerl A.R., McGovern J, Berenbaum M.R. 2006. *Cytochrome P450-mediated metabolism of xanthotoxin by Papilio multicaudatus*. Journal of Chemical Ecology 32(3):523-536.

Moreno, N.P. 1984. *Glosario botánico ilustrado*. Instituto Nacional de Investigación sobre recursos bióticos (INIREB). Compañía Editora Continental. México. 330 pp.

Nelson, G. 1994. *The trees of Florida: A reference and field guide*. Pineapple Press, USA. pp. 61,62.

Oladele, F.A. 1983. *Scanning electron microscope study of stomatal complex configuration in Cupressaceae*. Canadian Journal of Botany 61:1232-1240.

Paluch, G.E. 2009. *Characterization of botanical terpene activity in arthropods*. A Ph.D. degree dissertation. University of Iowa. Ames, Iowa USA. 136 pp.

Pan, A.D. 2010. *Rutaceae leaf fossils from the late Oligocene (27.23 Ma) Guang river flora of northwestern Ethiopia*. Review of Paleobotany and Palynology 159: 188-194.

Parker, T. 2008. *The trees of Guatemala*. The Trees Press. 1033 pp.

Pool, A., D. M. Porter & F. Chiang. 2001. Rutaceae. En: Stevens, W.D., C. Ulloa, A. Pool & O.M. Montiel (eds.). *Flora de Nicaragua*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 85(3): 2285-2303.

Price, J.R.1963. *The distribution of alkaloids in Rutaceae*. En: Swain T. (Ed.). Chemical plant taxonomy. Academic Press London UK.

Ramírez, M.A. 1996. *Revisión taxonómica de Euphorbia subgénero Agaloma sección Alectoroctonum (Euphorbiaceae) en México*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.

Rebman, J.P., Chiang, F. 2005. Amyris carterae. In: *A new species of Amyris (Rutaceae) from Baja California Sur, México*. Novon 15(2): 350-353.

Record, S.J., Hess, R.W.1940. *American woods of the family Rutaceae*. Tropical Woods 64:1-28.

Rzedowski, J. 1981. *Vegetación de México*. Limusa, México.

Rzedowski, J. 1991. *Diversidad y Orígenes de la Flora fanerogámica de México*. Acta Botánica Mexicana 14:3-21.

Sacket, T.E. 2000. *Furoquinolines of the Rutaceae and their role in plant-lepidopteran interactions*. Master of Science degree thesis. Faculty of Graduate studies. Department of Botany. University of British Columbia, Vancouver, Canada.

Sandoval, E., Terrazas, T., Salazar G., Vallejo, A., Estrada, B. 2003. *Anatomía vegetativa de Mexipedium Xerophyticum (Soto, Salazar y Hágster) V.A. Albert & M.W. Chase y géneros relacionados (Orchidaceae, Cyripedioideae)*. *Lankesteriana* 7: 54-56.

Sargent, 1891. *The silva of North America: a description of the trees which grow naturally in North America exclusive of Mexico*. Houghton, Mifflin and company. New York, USA.

Simpson, M.G. 2006. *Plant Systematics*. Elsevier Academic Press. Canada. 286-289 pp.

Soberón, J., Halffter, G., Llorente, B.J. (compiladores). 2008. *Capital Natural de México*. CONABIO vol. 1. CD 1.

Soltis, D.E., Soltis, P., Endress P.K., Chase, M.W. 2005. *Phylogeny and Evolution of Angiosperms*. Sinauer Associates. USA. 400 pp.

Stace, H.M., Armstrong, A., James, S.H. 1993. *Cytorevolutionary patterns in Rutaceae*. *Plant systematic and Evolution* 187:1-28.

Standley, P. 1937. *Amyris marshii*. In: *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* 17 (2): 195.

Standley, P. 1934. *Amyris attenuata*. In: *Tropical Woods* 37: 28-29. 1934.

Standley, P. 1923. *Amyris konzatti*. In: *Journal of the Washington Academy of Sciences* 13:6. 1923.

Standley, P. 1923. *Trees and shrubs of Mexico*. Rutaceae. *Contributions from the National Herbarium*. 23: 524-538

Standley, P., Steyermark J. (eds.). 1946. *Amyris* L. En: *Flora de Guatemala*. Fieldiana: Botany v. 24, pt.5. pp. 399-400

Tiffney, B.H. 1980. *Fruits and seeds of the Brandon Lignite V, Rutaceae*. *Journal of the Arnold Arboretum* 61: 1-40.

Turczaninow, N.S. 1858. *Amyris thyrsoiflora*. In: *Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou* 31 (1): 475.

Urban, I. 1896. *Additamenta ad cognitionem florum Indiae Occidentalis*. Particula III. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*. XXI p. 514-638.

- Villaseñor, J.L. 2003. *Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México*. *Interciencia* 28: 160-167.
- Villaseñor, J.L. 2004. *Los géneros de las plantas vasculares de la flora de México*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 105-135.
- Waterman, P.G. *Alkaloids of the Rutaceae: their Distribution and Systematic Significance*. *Biochemical Systematics and Ecology* 3: 149-180.
- Watson, S. 1890. *Amyris madrensis*. In: *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 25: 144-145.
- Wiert, Christophe. 2006. *Ethnofarmacology of Medicinal Plants: Asia and the Pacific*. Humana Press Inc. U.S.A. 228 pp.
- Willemstein S.C. 1987. *An evolutionary basis for pollination ecology*. Brill Archive. Leiden, The Netherlands. 425 pp.
- Wilson, P. 1910. *Amyris purpusii*. In: *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 37 (2): 86.
- Wilson, P. 1908. *Amyris texana*. In: *Torreyana* 8: 139. 1908.
- Zomlefer, W. 1994. *Guide to flowering plants families*. The University of North Carolina Press. USA.

Anexo

Ejemplares utilizados para la observación de muestras en el microscopio electrónico de barrido.

Amyris attenuata Standl.

Cabrera 3562 (MEXU)

Miranda 3609 (MEXU)

Amyris marshii Standl.

Johnston 11219 (MEXU)

Villareal 4766 (MEXU)

Amyris balsamifera L.

Ayala 527 (MEXU)

Reyes-García 3403 (MEXU)

Amyris purpusii P. Wilson

Acosta 1420 (XAL)

Amyris chiapensis Lundell

Shilom 3762 (ENCB)

Amyris rekoii Blake

Guízar 5687 (MEXU)

Fernández 2390 (MEXU)

Amyris cordata I.M.Johnst.

Briones 1848 (MEXU)

Johnston 5506 (MEXU)

Amyris sylvatica Jacq.

Cedillo 3855 (MEXU)

Cabrera 9257 (MEXU)

Amyris elemifera L.

Martínez 27425 (MEXU)

Davidse 20164 (MEXU)

Amyris texana (Buckl.) P. Wilson

Seigler 13337 (MEXU)

Rzedowski 23352 (MEXU)

Amyris madrensis S. Watson

Salazar 5931 (MEXU)

Zamudio 11562 (MEXU)

Amyris thyrsoflora Turcz.

German 196 (MEXU)

Sousa 4564 (MEXU)