

AHORA
en línea!

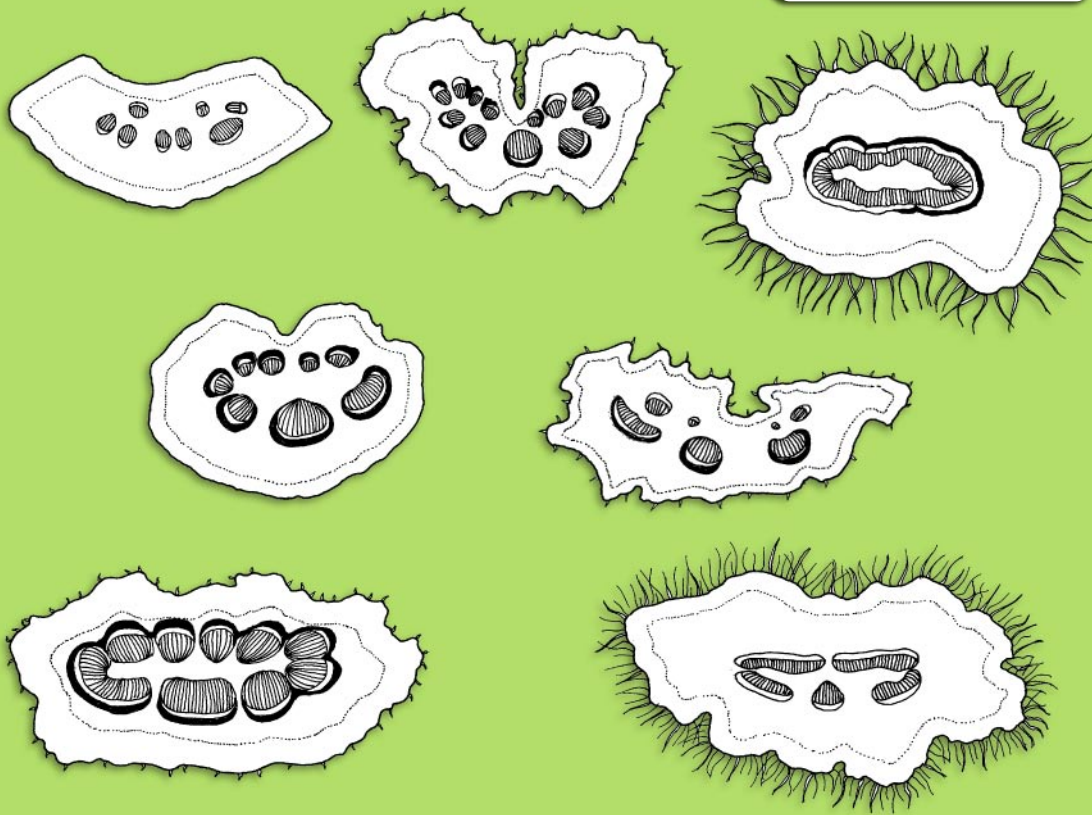
ISSN 0187-7054

ibugana

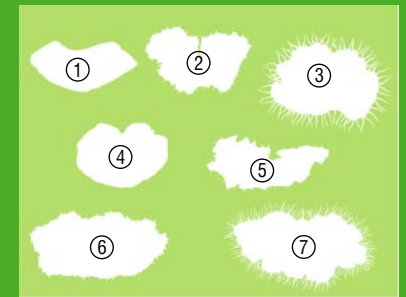


Boletín del Instituto de Botánica
CUCBA | UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

VOLUMEN 13 | NÚMERO 1



Aparece en portada:



Estructura anatómica de los peciolo de
especies mexicanas de *Ficus*

- ① *Ficus oerstediana*
- ② *Ficus crocata*
- ③ *Ficus jaliscana*
- ④ *Ficus colubrina*
- ⑤ *Ficus aurea*
- ⑥ *Ficus cookii*
- ⑦ *Ficus radulina*

Fecha efectiva de publicación: diciembre 29 de 2006

VOLUMEN 13 | NÚMERO 1 | JUNIO 19 DE 2005



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Rectoría General

Lic. J. Trinidad Padilla López
Rector

Dr. Raúl Vargas López
Vicerrector Ejecutivo

Maestro Carlos Briseño Torres
Secretario General

*Centro Universitario de Ciencias
Biológicas y Agropecuarias*

Dr. Juan de Jesús Taylor Preciado
Rector

Dr. Enrique Pimienta Barrios
Secretario Académico

M.V.Z. Raúl Leonel de Cervantes
Mireles
Secretario Administrativo

*Departamento de Botánica y
Zoología*

Mario Alberto Ruiz López
Jefe de Departamento

Instituto de Botánica

Martha Cedano Maldonado
Director

Servando Carvajal
Editor Jefe

Mollie Harker
Luz María González Villarreal
Auxiliares en la edición y distribución

Contenido

Notas sobre *Echeandia pibuamensis*, *E. robusta* y *E. sinaloensis* y estado de conservación de las especies Mexicanas

AARÓN RODRÍGUEZ CONTRERAS Y ARTURO CASTRO CASTRO 3

Novelties in *Clethra* (Clethraceae) from Mexico

LUZ MARÍA GONZÁLEZ-VILLARREAL 11

A revision of the genus *Amphipterygium* (Julianiaceae)

XOCHITL MARISOL CUEVAS FIGUEROA 27

Estructura anatómica de los pecíolos de especies americanas del género *Ficus* L. (Moraceae)

SERVANDO CARVAJAL Y LARISA K. SHABES 49

Caracterización estructural y diversidad de comunidades arbóreas de La Sierra de Quila

RAYMUNDO VILLAVICENCIO GARCÍA,
PAOLA BAUCHE PETERSEN, AGUSTÍN GALLEGOS RODRÍGUEZ,
ANA LUISA SANTIAGO PÉREZ Y FRANCISCO MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ 67

Fecha efectiva de publicación diciembre 29 de 2006

Consejo editorial

WILLIAM R. ANDERSON

University of Michigan
Ann Arbor Michigan, E.U.A.

GRACIELA CALDERÓN DE R.

Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Michoacán, México.

THOMAS F. DANIEL

San Francisco Academy of Sciences,
California, E.U.A.

PATRICIA DÁVILA A.

Instituto de Biología, UNAM
C.U., México, D.F.

ALFONSO DELGADO S.

Instituto de Biología, UNAM
C.U., México, D.F.

RAFAEL FERNÁNDEZ NAVA

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas,
IPN
Mexico, D.F.

ROBERTO GONZÁLEZ T.

Instituto de Botánica, U. de G.
Zapopan, Jalisco, México.

HUGH H. ILTIS

University of Wisconsin-Madison
Wisconsin, E.U.A.

ROGERS McVAUGH

University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina, E.U.A.

LOURDES RICO A.

Royal Botanic Gardens Kew
Surrey, Inglaterra.

FRANCISCO J. SANTANA M.

Instituto Manantlán de Ecología y
Conservación de la Biodiversidad,
U. de G.
Autlán, Jalisco, México.

JERZY RZEDOWSKI R.

Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Michoacán, México.

JOSÉ LUIS VILLASEÑOR R.

Instituto de Biología, UNAM
C.U. México, D.F.

SERGIO ZAMUDIO R.

Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Michoacán, México.

ibugana

Boletín del Instituto de Botánica
CUCBA | UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Es una publicación de la Universidad de Guadalajara, que tiene el propósito de difundir el conocimiento de la botánica, entendida en sentido amplio, así como los resultados de los trabajos de investigación científica desarrollados en sus propias y en otras instituciones.

A partir del volumen 7 aparecerá con periodicidad semestral, dos números por año.

Se publican trabajos originales e inéditos en español; cada artículo comprende un resumen en español e inglés y eventualmente fotografías, dibujos y mapas.

ISSN 0187-7054

Suscripción Anual

*México \$ 120.00 cada número
Extranjero 25 U.S.D. each
number*

Instrucciones a los autores

Todo material debe enviarse a la Dirección del Instituto de Botánica, con atención a los editores, al siguiente domicilio: Universidad de Guadalajara, CUCBA, Instituto de Botánica, apartado postal 1-139, Zapopan 45101, Jalisco, México. Es recomendable que los interesados consulten algún número reciente para que ajusten sus trabajos al formato del Boletín.

Se reciben manuscritos en español o inglés mecanografiados a doble espacio o grabados en discos de computadora de 3.5" o CD en programas para proceso de textos. Los dibujos, mapas y figuras se acompañan de su respectiva leyenda al pie. Para su publicación cada artículo será sometido al peritaje del Consejo Editorial o a sus asesores. A solicitud expresa, el material original puede ser devuelto a los autores. El costo por página es de \$ 100.00

Diseño e impresión

TAGIT

*Tecnología y Aplicaciones Gráficas
Saulo A. Cortés,*

José Manuel Sánchez

*Enrique Díaz de León 514-2b,
Guadalajara, Jal.*

T (33) 3825-8528

F (33) 3825-8545

tagit@idex.com.mx | tagit.idex.com.mx

Notas sobre *Echeandia pihuamensis*, *E. robusta* y *E. sinaloensis* y estado de conservación de las especies Mexicanas

AARÓN RODRÍGUEZ CONTRERAS Y ARTURO CASTRO CASTRO

Instituto de Botánica, Departamento de botánica y zoología,
CUCBA, Universidad de Guadalajara.
Apartado postal 1-139,
Zapopan 45101, Jalisco, México

Resumen

México es el centro de diversificación del género *Echeandia* (Anthericaceae). El género agrupa a 90 especies de las cuales 66 crecen en México. Como resultado de la revisión de ejemplares de herbario y el trabajo de campo realizado durante los veranos de 2002, 2003, 2004 y 2005 se registran nuevas localidades para *E. pihuamensis*, *E. robusta* y *E. sinaloensis*. La primera se conoce de los estados de Jalisco y Colima. *E. robusta* se ha registrado de Jalisco y Michoacán. *E. sinaloensis* se ha colectado en Jalisco, Nayarit y Sinaloa. Veintiocho especies mexicanas se conocen sólo de la localidad tipo o de varias colectas en zonas muy restringidas. Por último, las observaciones en campo muestran que la conversión de hábitats naturales a pastizales y la expansión de las zonas urbanas son el peligro más serio a que se enfrentan las poblaciones de *Echeandia*.

Abstract

México is the center of diversification of the genus *Echeandia* (Anthericaceae). The group comprises 90 species and 66 of them grow in Mexico. As a result of the field work done during the summers of 2002-2005 and the revision of herbarium material, we informed about new localities of *E. pihuamensis*, *E. robusta* y *E. sinaloensis*. *Echeandia pihuamensis* grows in the states of Jalisco and Colima and *E. robusta* has been collected in the states of Jalisco and Michoacán. Similarly, *E. sinaloensis* has been reported from the states of Jalisco, Nayarit and Sinaloa. Twenty eight species are known only from their type localities or from few collections within a narrow geographical distribution range. Finally, field observations suggest that land conversion to grazing areas and the expansion of the urban zones endanger some *Echeandia* populations.

Introducción

Echeandia Ortega (Anthericaceae) es un grupo de plantas restringido al continente Americano y México es su centro de diversificación. El género está formado por plantas herbáceas y perennes con un cormo que produce raíces nuevas e inflorescencias cada año (Cruden 1999). Las hojas son arrosetadas y emergen durante la temporada de lluvias. La inflorescencia es escaposa a manera de racimos o tirso. Las flores aparecen agrupadas en cada nudo de la inflorescencia. Por último, el ovario es súpero. El número reconocido de especies varía de 78 (Conran 1998) a 90 (Cruden 1989) y su distribución geográfica va desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Argentina y Chile. En México crecen 66 especies (Espejo Serna y López-Ferrari 1993, Cruden 1999, López-Ferrari et al. 2002) (Cuadro 1).

Echeandia es un modelo para el estudio de la evolución floral y adaptación vegetativa. Las flores son

hermafroditas con un perianto formado por seis tépalos libres. Los estambres son seis y están insertados en la base de los tépalos. En general, las flores pueden agruparse en cuatro categorías: 1) tépalos blancos con anteras libres (figura 1A), 2) tépalos blancos con anteras connadas (figura 1B), 3) tépalos amarillos con anteras libres (figura 1C) y 4) tépalos amarillos con anteras connadas (figura 1D). La variación vegetativa es similar a la variación floral. Las hojas son basales con un arreglo en espiral, lineares u oblongo lanceoladas. Su tamaño varía desde 5 cm de longitud en *E. nana* hasta 1 m en *E. robusta*. El número base de cromosomas es $X = 7, 8, 11, 13$ y 15. Hay especies diploides, triploides, tetraploides, pentaploides, hexaploides, octaploides, decaploides y dodecaploides (Cruden 1999). Esto sugiere que la hibridación ha sido un factor importante en la diversificación del género.

Cuadro 1. El género *Echeandia* en México y su distribución geográfica. * especie cultivada en el Jardín Botánico de la Universidad de Guadalajara, § especie representada en el Herbario de la Universidad de Guadalajara (IBUG).

Especie	Distribución
*§ <i>Echeandia albiflora</i> (Schltdl. & Cham.) M. Martens & Galeotti	Ver
<i>Echeandia atoyacana</i> Cruden	Gro, Méx
*§ <i>Echeandia attenuata</i> Cruden	Dgo, Sin
<i>Echeandia breedlovei</i> Cruden	Chis, Oax
*§ <i>Echeandia campechiana</i> Cruden	Camp, Yuc
<i>Echeandia chandleri</i> (Greenm. & C. H. Thomps.) Cruden	Coah, NL, Tamps
<i>Echeandia chiapensis</i> Cruden	Chis, Oax
<i>Echeandia coalcomanensis</i> Cruden	Mich
*§ <i>Echeandia confertiflora</i> Cruden	Oax
*§ <i>Echeandia konzattii</i> Cruden	Oax
<i>Echeandia drepanoides</i> (Grenm.) Cruden	Oax
*§ <i>Echeandia durangensis</i> (Grenm.) Cruden	Chih, DF, Dgo, Gto, Hgo, Jal, Mich, Méx, Mor, Sin, SLP, Zac
§ <i>Echeandia echeandioides</i> (Schltdl.) Cruden	DF, Mich, Méx, Mor, Oax, Pue, SLP, Ver
<i>Echeandia elegans</i> Cruden	Gro, Mor
*§ <i>Echeandia falcata</i> Cruden	Gto, Qro
*§ <i>Echeandia flavescens</i> (Schult. & Schult. f.) Cruden	Ags, Chih, Coah, DF, Dgo, Hgo, Jal, Mich, Méx, Mor, Nay, NL, Oax, Pue, Qro, SLP, Son, Tamps, Tlax, Ver, Zac
*§ <i>Echeandia flexuosa</i> Greenm.	Gro, Jal, Mich, Méx, Mor, Nay, Oax, Zac
<i>Echeandia formosa</i> (Weath.) Cruden	Chis
*§ <i>Echeandia gentryi</i> Cruden	Dgo, Jal, Nay, Sin
*§ <i>Echeandia gracilis</i> Cruden	DF, Méx, Mor, Pue
* <i>Echeandia grandiflora</i> Cruden	Oax
* <i>Echeandia hallbergii</i> Cruden	Oax
*§ <i>Echeandia hintonii</i> Cruden	Gro
*§ <i>Echeandia hirticaulis</i> Cruden	Gro, Méx, Mich
*§ <i>Echeandia imbricata</i> Cruden	Gro, Jal, Mich
*§ <i>Echeandia ilanicola</i> Cruden	Oax
<i>Echeandia longifolia</i> Cruden	Oax, Ver
*§ <i>Echeandia longipedicellata</i> Cruden	Chis, DF, Dgo, Gro, Jal, Méx, Mor, Oax, Sin, Ver
*§ <i>Echeandia luteola</i> Cruden	Camp, QR, Yuc
<i>Echeandia macrophylla</i> Rose ex Weath.	SLP
*§ <i>Echeandia macvaugii</i> Cruden	Jal, Nay
* <i>Echeandia magnifica</i> López-Ferrari, Espejo & Ceja	Gro
* <i>Echeandia matudae</i> Cruden	Chis
* <i>Echeandia mexiae</i> Cruden	Gro, Mor
*§ <i>Echeandia mexicana</i> Cruden	Chih, DF, Gro, Gto, Hgo, Jal, Mich, Méx, Mor, Pue, Ver
*§ <i>Echeandia michoacensis</i> (Poell.) Cruden	Mich
*§ <i>Echeandia mirandae</i> Cruden	Oax, Pue
*§ <i>Echeandia montealbanensis</i> Cruden	Oax
*§ <i>Echeandia nana</i> (Baker) Cruden	DF, Gto, Hgo, Mich, Mex, Mor, Pue, Qro, SLP, Tlax, Ver
*§ <i>Echeandia nayaritensis</i> Cruden	Nay, Sin
*§ <i>Echeandia oaxacana</i> Cruden	Oax
*§ <i>Echeandia occidentalis</i> Cruden	Gto, Jal, Mich, Nay
§ <i>Echeandia palmeri</i> Cruden	Chih, Dgo, Son
*§ <i>Echeandia paniculata</i> Rose	DF, Jal, Mich, Méx, Mor, Oax, Pue
*§ <i>Echeandia parva</i> Cruden	Oax, Pue
*§ <i>Echeandia parvicapsulata</i> Cruden	Jal, Nay
*§ <i>Echeandia parviflora</i> Baker	Chis, Col, Gro, Jal, Mich, Méx, Oax, Pue, Ver
*§ <i>Echeandia pihuamensis</i> Cruden	Jal
*§ <i>Echeandia platyphylla</i> (Greenm.) Cruden	Pue

Cuadro 1. Continuación.

Especie	Distribución
* <i>Echeandia pseudopetiolata</i> Cruden	Gro
<i>Echeandia pseudoreflexa</i> Cruden	Chis
*§ <i>Echeandia ramosissima</i> (C. Presl) Cruden	Chih, Col, Gro, Jal, Nay, Sin
*§ <i>Echeandia reflexa</i> (Cav.) Rose	Chih, Chis, DF, Dgo, Gto, Hgo, Mich, Mor, NL., Oax, Pue, Qro, SLP, Tamps, Ver
*§ <i>Echeandia robusta</i> Cruden	Jal, Mich
*§ <i>Echeandia sanmiguelensis</i> Cruden	Gto
*§ <i>Echeandia scabrella</i> (Benth.) Cruden	Ags, Chih, Dgo, Gto, Jal, Mich, Nay, Zac
*§ <i>Echeandia sinaloensis</i> Cruden	Jal, Nay, Sin
<i>Echeandia skinneri</i> (Baker) Cruden	Chis
*§ <i>Echeandia smithii</i> Cruden	Oax
<i>Echeandia tamaulipensis</i> Cruden	Tamps
*§ <i>Echeandia taxacana</i> Cruden	Gro, Méx, Mor, Oax
*§ <i>Echeandia tenuifolia</i> Cruden	Oax
*§ <i>Echeandia tenuis</i> (Weath.) Cruden	Gro
*§ <i>Echeandia udipratensis</i> Cruden	Jal
*§ <i>Echeandia vaginata</i> Cruden	Oax
*§ <i>Echeandia vestita</i> (Baker) Cruden	Chis, Jal, Mich, Oax, Pue, Tlax, Ver

Echeandia es difícil desde el punto de vista taxonómico y muy poco entendida en su filogenia. Cruden (1999) reconoce dos subgéneros: *Echeandia* subg. *Echeandia* y *Echeandia* subg. *Mscavea* Cruden. Los subgéneros difieren en el tiempo de antesis, forma y ancho de los tépalos, color de los tépalos, forma del fruto y distribución altitudinal. *Echeandia* subg. *Echeandia* agrupa a 53 especies cuyas flores abren poco después de la salida del sol. En 52 especies los tépalos son anchamente elípticos. Cuarenta y tres especies tienen tépalos amarillos y nueve blancos. Los frutos son, en su mayoría, oblongos. Por último, gran parte de las especies prosperan por arriba de los 1500 m de altitud. En contraste, *Echeandia* subg. *Mscavea* incluye a 25 especies y sus flores abren al medio día o por la tarde. Veinticuatro especies tienen tépalos estrechamente elípticos y 22 especies tienen tépalos blancos. Los frutos son subglobosos y prosperan por debajo de los 1500 m de altitud. Ambos subgéneros incluyen especies con anteras connadas y libres. Actualmente se realiza un estudio sistemático sobre *Echeandia* a fin de entender las relaciones filogenéticas entre sus especies y describir la evolución floral de las mismas. El objetivo de esta nota es dar a conocer nuevas poblaciones de *Echeandia pihuamensis*, *E. robusta* y *E. sinaloensis*, y comentar sobre el estado de conservación de las especies mexicanas.

Metodología

El trabajo de campo se realizó durante los veranos de 2002, 2003, 2004 y 2005 con base en la información de ejemplares de herbario depositados en los herbarios IBUG, IEB, MEXU y ENCB, bibliografía y experiencias de colectas anteriores. Se dio interés especial a las localidades tipo descritas por Cruden (1986, 1987, 1989, 1999), Espejo-Serna y López-Ferrari (1993) y López-Ferrari et al. (2002).

Resultados

Fueron colectadas plantas vivas pertenecientes a 51 especies (Cuadro 1). Las plantas se cultivan en el Jardín Botánico de la Universidad de Guadalajara. Por separado, se prepararon ejemplares de herbario de respaldo que están depositados en el herbario del Instituto de Botánica de la misma Universidad (IBUG). Los duplicados serán distribuidos próximamente. El Herbario IBUG tiene 235 ejemplares pertenecientes a 46 especies (Cuadro 1). En el proceso, fueron colectadas nuevas poblaciones de *Echeandia pihuamensis*, *E. robusta* y *E. sinaloensis*. Estas especies solo se conocían de su localidad tipo.

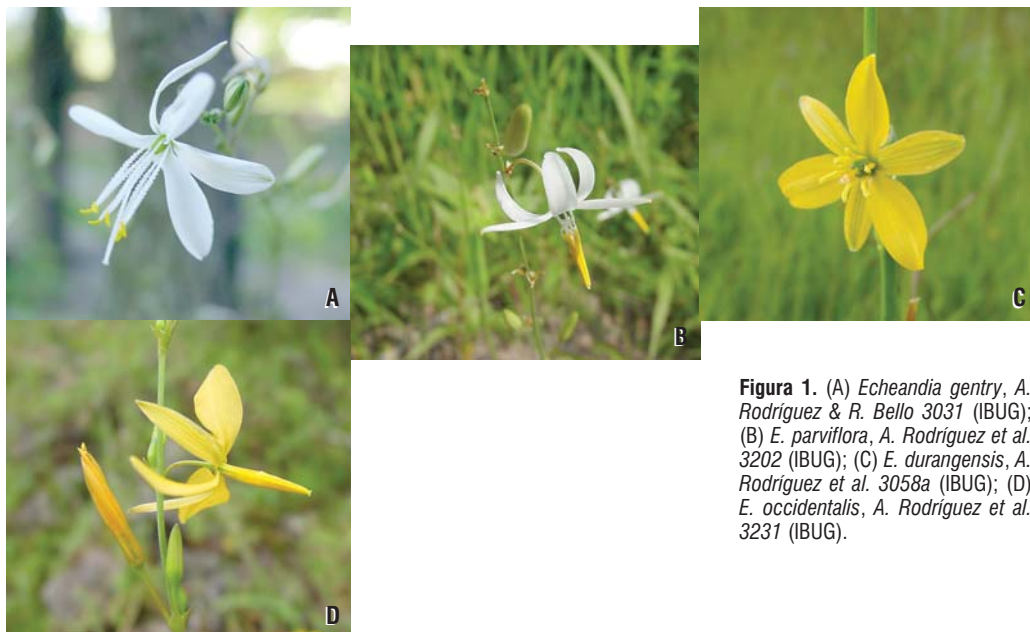


Figura 1. (A) *Echeandia gentryi*, A. Rodríguez & R. Bello 3031 (IBUG); (B) *E. parviflora*, A. Rodríguez et al. 3202 (IBUG); (C) *E. durangensis*, A. Rodríguez et al. 3058a (IBUG); (D) *E. occidentalis*, A. Rodríguez et al. 3231 (IBUG).



Figura 2. *Echeandia pihuamensis*, A. Rodríguez 3650 (IBUG).



Figura 3. *Echeandia robusta*, A. Rodríguez & A. Castro-Castro 3992 (IBUG).



Figura 4. *Echeandia sinaloensis*, A. Rodríguez & C. Martinelli 2857 (IBUG).

Discusión

DATOS SOBRE LAS ESPECIES POCO CONOCIDAS

Echeandia pihuamensis Cruden, Contr. Univ. Michigan Herb. **16**: 131. 1987. TIPO: Jalisco, route 110, ca. Km 178, ca. 10.5 km SW Pihuamo, roadsides with *Mimosa*, *Oxalis*, ca. 725 msnm, 2.VII.1968, R. Cruden 1330 (UC: ENCB!, F, GH, K, MEXU!, MICH, MO, NY, US). Figura 2.

FENOLOGÍA: florece de junio a julio y fructifica de julio a agosto.

HÁBITAT: crece en el bosque tropical caducifolio sobre los paredones rocosos.

DISTRIBUCIÓN: se conocía solo de su localidad tipo en el municipio de Pihuamo, Jalisco. La vegetación original del sitio ha sido severamente alterada por el pastoreo de ganado vacuno y pese al esfuerzo dedicado

a su búsqueda, no se le localizo. Aquí registramos una nueva población con numerosos individuos en el municipio de Colima, Colima (figura 6).

EJEMPLARES REVISADOS: México: Colima: municipio de **Colima**, 3.5 km al O del límite estatal Jalisco-Colima, El Naranjo, frente al rancho El Moca, km 192-193 carr. Méx. 110 Jiquilpan-Colima, 1 km al E de Trapichillos, alt. 526 m, 19°09.5'N, 103°31.18'W, 27.VI.2004, A. Rodríguez 3650 (IBUG).

Echeandia robusta Cruden, Contr. Univ. Michigan Herb. **16**: 131-132. 1987. TIPO: Jalisco route 80 ca. Km 176 ca. 15 km SW Autlán, steep bank and oak woods with *Calliandra*, *Cuphea*, *Commelina*, *Dahlia*, ca. 970 msnm, 15.IX.1971, R. Cruden 1990 (UC, ENCB!, GH, K MEXU!, MO). Figura 3.

FENOLOGÍA: florece de septiembre a noviembre y fructifica de octubre a diciembre.



Figura 5. (A) *Echeandia michoacensis*, A. Rodríguez & C. Briseño 4160 (IBUG); (B) *E. sanmiguelensis*, A. Rodríguez & L. Ortiz-Catedral 3122 (IBUG); (C) *E. falcata*, A. Rodríguez & L. Ortiz-Catedral 3120 (IBUG); (D) *E. parva*, A. Rodríguez & L. Ortiz-Catedral 2982 (IBUG); (E) *E. tenuifolia*, A. Rodríguez & C. Briseño 3913 (IBUG); (F) *E. confertiflora*, A. Rodríguez et al. 3912 (IBUG).

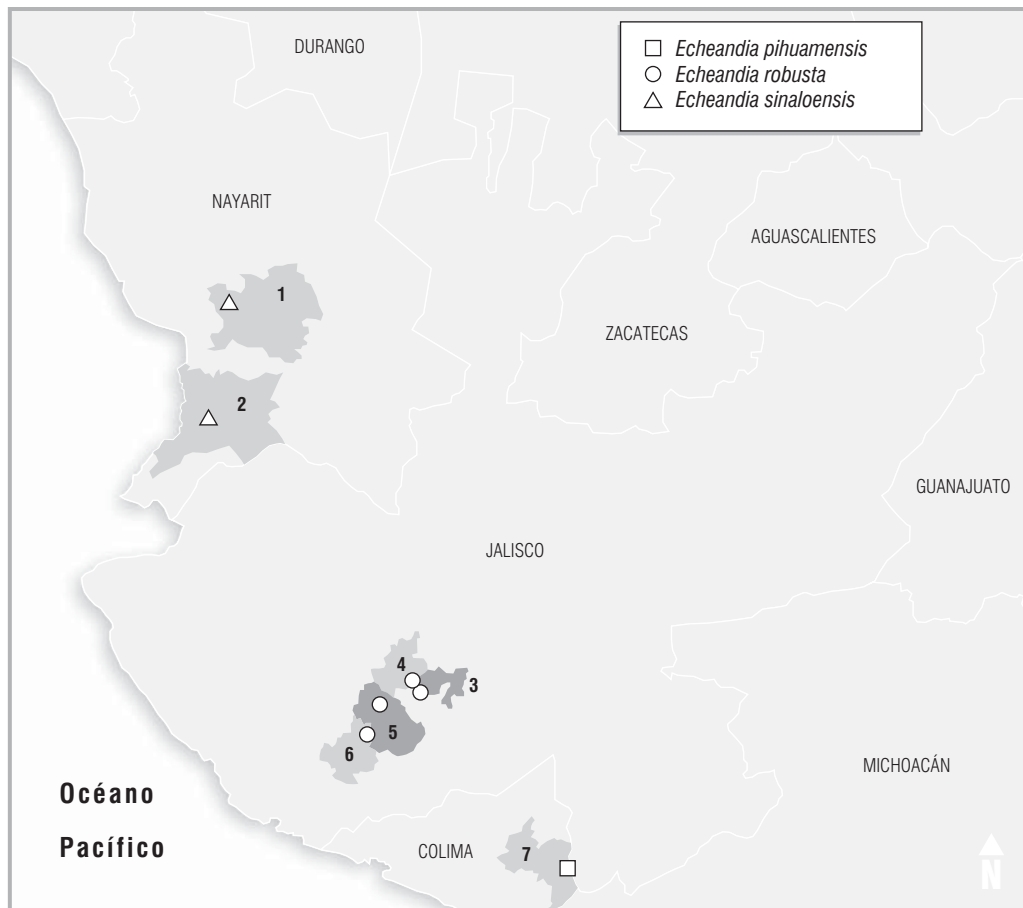


Figura 6. Mapa de distribución para las nuevas localidades de *Echeandia pihuamensis*, *E. robusta* y *E. sinaloensis*. Municipios: Tepic (1), Compostela (2); Ejutla (3); Autlán de Navarro (4); Unión de Tula (5); Casimiro Castillo (6), Colima (7).

HÁBITAT: crece en zonas de ecotonía entre el bosque tropical deciduo y el encinar. Es común encontrarla a lo largo de los bordes de los arroyos. Comparte el hábitat con *Agave* spp., *Calochortus purpureus* (Kunth) Baker, *Graptopetalum fruticosum* Moran, *Manfreda guttata* (Jacobi & Bouché) Rose y *Tigridia meleagrifera* (Lindl.) G. Nicholson.

DISTRIBUCIÓN: se conocía de dos poblaciones en los estados de Jalisco y Michoacán. Aquí se registran cuatro nuevas poblaciones en el sureste de Jalisco (figura 6). Como su nombre lo indica, *Echeandia robusta* es la especie más alta del género. En las poblaciones encontradas, las plantas son abundantes.

EJEMPLARES REVISADOS: México. Jalisco: municipio de **Autlán de Navarro**: Cerro de San Francisco, laderas de exposición norte, alt. 1000-1450 m, 1987, *F. J. Santana-Michel 3128* (IBUG); municipio de **Casimiro Castillo**: km 173 de la carretera Méx. 80 entre Acatlán de Juárez y Barra de Navidad, 4 km al S del puerto Los Mazos, alt. 1110 m, 19°41.52'N, 104°24.85'W, 22.IX.2003, *A. Rodríguez & L. Ortiz-Catedral 3214* (IBUG); municipio de **Ejutla**: paraje conocido como El Mirador, frente al poblado de Ejutla, alt. 1370 m, 19°53.73'N, 104°10.77'W, 24.VIII.2004, *A. Rodríguez & A. Castro-Castro 4102* (IBUG); municipio de **Unión de Tula**: 1 km al W del cruce a San Gaspar, carretera Unión de Tula-Ejutla, alt. 1620 m,

19°55'38"N, 104°11'46"W, 24.VIII.2004, A. Rodríguez & A. Castro-Castro 3992 (IBUG).

Echeandia sinaloensis Cruden, Contr. Univ. Michigan Herb. **16**: 130–131. 1987. TIPO: Sinaloa, Mazatlán, VII.1934, J. González Ortega 7277 (UC, F, K, US). Figura 4.

FENOLOGÍA: florece y fructifica de julio a agosto.

HÁBITAT: crece en zonas con vegetación sabanoide.

DISTRIBUCIÓN: se conocía de Sinaloa y Jalisco. Aquí se registran dos nuevas poblaciones del estado de Nayarit (figura 6). En las dos poblaciones el número de individuos es abundante.

EJEMPLARES REVISADOS: México. Nayarit: municipio de **Tepic**: 1.5 km al W de la carretera Méx. 15 entre Tepic y Mazatlán rumbo al poblado de San Blas, alt. 216 m, 21°41.423'N, 105°03.762'W, 6.VII.2004, A. Rodríguez & C. Briseño 3669 (IBUG); municipio de **Comopostela**: km 66 de la carretera Tepic-Puerto Vallarta entre los poblados de Mesillas y Las Piedras, 1 km al NE de Las Piedras, alt. 950m, 21°12'N, 105°05'W, 27.VII.1996, A. Rodríguez & C. Martinelli 2857 (IBUG).

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE *Echeandia*

México es el centro de diversificación de *Echeandia* y en su territorio crecen 66 especies. En México, 28 especies son conocidas únicamente de la localidad tipo o de varias colectas en una zona muy restringida (Cuadro 1). Las plantas crecen desde el nivel del mar, en acantilados rocosos, hasta los 3,700 msnm en los bosques de coníferas. Se les encuentra en el bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, vegetación sabanoide, pastizal, matorral xerófilo, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas y bosque mesófilo de montaña. Con frecuencia se les observa sobre los taludes a lo largo de los caminos.

El cambio de uso de suelo, incluidas la conversión de habitats naturales a pastizales y la expansión de las zonas urbanas, es el peligro más serio a que se enfrentan las poblaciones de *Echeandia*. Por ejemplo, *E. michoacensis* (figura 5A) se conoce solo del Cerro Punguato en los alrededores de Morelia, Michoacán, que hoy en día por desgracia, esta zona ha sido convertida en un campo de golf. *Echeandia sanmiguelensis* (5B) y *E. falcata* (5C) constituyen casos

similares pero en los alrededores de San Miguel de Allende, Guanajuato. De forma similar, la distribución conocida de *E. parva* (5D) está restringida a los alrededores de Huajuapán de León, Oaxaca. En el área se observa el crecimiento de la zona urbana y el sobrepastoreo por cabras. *E. pihuamensis* (figura 2) y *E. tanaulipensis* constituyen dos ejemplos donde las poblaciones tipo han sido extirpadas a consecuencia del pastoreo. Por último, dos especies endémicas de Oaxaca, *E. tenuifolia* (5E) y *E. confertiflora* (5F), crecen en zonas donde el pastoreo de cabras es muy intenso de tal forma que las plantas solo crecen bajo la protección de magueyes (*Agave* spp.) y huizaches (*Acacia* spp.). Son necesarias más exploraciones botánicas para evaluar el estado de conservación de otras especies. ♦

Literatura citada

- CONRAN, J. G. 1998. Anthericaceae. Pp. 114-121, en *The families and genera of vascular plants III*, K. Kubitzki (ed.). Springer.
- CRUDEN, R. W. 1987. «New species of *Echeandia* (Liliaceae) from Nueva Galicia». *Contributions of the University of Michigan Herbarium* **16**: 129–133.
- CRUDEN, R. W. 1989 *Echeandia*. Pp. 178-197, en *Flora Novogaliciana*, Vol. 15, Bromeliaceae to Dioscoreaceae. The University of Michigan Herbarium. Ann. Arbor, Michigan.
- CRUDEN, R. W. 1999. «A new subgenus and fifteen new species of *Echeandia* (Anthericaceae) from Mexico and the United States». *Novon* **9**: 325–338.
- ESPEJO-SERNA, A. Y A. R. LÓPEZ-FERRARI. 1993. *Las monocotiledóneas mexicanas: una sinópsis florística*. Lista de referencia II: Anthericaceae, Araceae, Arecaceae, Asparagaceae, Asphodelaceae y Asteliaceae. Consejo Nacional de la Flora de México, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- LÓPEZ-FERRARI, A. R., A. ESPEJO-SERNA Y J. CEJA-ROMERO. 2002. «Una nueva especie de *Echeandia* (Anthericaceae) de Guerrero, México». *Novon* **12**: 77–79.

Fecha efectiva de publicación
diciembre 29 de 2006

Novelties in *Clethra* (Clethraceae) from Mexico

LUZ MARÍA GONZÁLEZ-VILLARREAL

Instituto de Botánica, Departamento de Botánica y Zoología,
CUCBA, Universidad de Guadalajara.
Apartado postal 1-139,
Zapopan 45101, Jalisco, México

Department of Botany, University of Wisconsin,
430 Lincoln Drive, Madison, WI 53706-1381, U.S.A.
Correo electrónico: gvl13572@cucba.udg.mx

Abstract

Three new species of *Clethra* (Clethraceae) from Mexico are described and illustrated: *C. fragrans* from Jalisco, *C. purpusii* from the Chiapas-Oaxaca border, and *C. tuxtensis* from Veracruz. These taxa, members of the series *Tomentellae* Sleumer, are compared to their presumed closest relatives. In addition, a new combination based on *Kowalewskia integerrima* Turcz. is made. A map showing the geographical distributions of the new taxa is included.

Key words: Ericales, Clethraceae, *Clethra*, *Tomentellae*, endemism, new species, new combination, Mexico.

Resumen

Se describen e ilustran tres especies de *Clethra* (Clethraceae) de México: *C. fragrans* de Jalisco, *C. purpusii* de los límites entre los estados de Chiapas-Oaxaca y *C. tuxtensis* de Veracruz. Las nuevas entidades pertenecen a la serie *Tomentellae* Sleumer y se comparan con sus presuntos relativos. Además, se propone una combinación nueva basada en *Kowalewskia integerrima* Turcz. Se incluye un mapa que muestra la distribución geográfica de los nuevos taxa.

Palabras clave: Ericales, Clethraceae, *Clethra*, *Tomentellae*, endemismo, especies nuevas, combinación nueva, México.

Introduction

Clethra Gronov. ex L. is the only genus of the family Clethraceae. The size of the genus has been variously given as 64 species (Sleumer 1967), ca. 85 species (Fior et al. 2003), 73 species (Gustafsson 2004), and more realistically, ca. 120 species (Rzedowski & Rzedowski 2001). These shrubby to arborescent plants are distributed in both hemispheres; although mostly confined to Asia and tropical America, one species

occurs in Madeira. The author estimates ca. 30 species for México with the highest diversity in the states of Chiapas, Oaxaca, and Veracruz.

While preparing a revision of *Clethra* for México and Central America, the following novelties were encountered. Also, because I consider it a good species, a new combination based on *Kowalewskia integerrima* Turcz. was necessary in order to remove it from synonymy:

Clethra fragrans L. M. González & R. Ramírez-D., sp. nov. Figure 1.

Clethra fragrans a *C. vicentina* Standl. ramulis gracilibus cortice in laminis parvis longitudinalis desquamato petiolo tereti longiore 15-35 mm longo foliis marginibus basalibus reduplicatis racemis laxis floribus majoribus 4.5-6.5 mm longis recedens.

Tree (8-) 15-20 (-40) m tall, the trunk 30-40 cm in diameter up to 1 m; **bark** finely furrowed, light brown or grayish, in old trees dark and suberosus up to 3-4 cm thick with the inner bark orange colored; **branchlets** slender, 3-5 mm in diameter, very fragile, brown-light or ochraceous, puberulent with acicular trichomes, glabrous with age; **petiole** slender, (10-) 15-35 mm long, terete; **leaves** when very young completely covered by appressed, stellate trichomes on both sides; **leaf** blades subcoriaceous, bicolorous, mostly flat, narrow to widely elliptic to ovate-lanceolate, rarely obovate or oblanceolate, the apex acute to acuminate or sometimes mucronate or aristate, rarely obtuse, the margins entire or sinuate, the base narrow, somewhat oblique, reduplicate, (5-) 7-12 (-21) cm long, (2-) 3-5 (-7) cm wide; **adaxial surface** dark green, lustrous, glabrous or with scattered pale, rosulate trichomes, the midvein and secondary venation slightly impressed, the veinlets often discernible as fine lines; **abaxial surface** paler than the upper surface, often grayish or glaucous, sometimes with a brown-yellowish blush, apparently glabrous but actually covered with dense, minute, appressed, stellate trichomes, the midvein and secondary veins thin, somewhat prominent, with very

dispersed reddish, fasciculate and rosulate trichomes with a few acicular or almost glabrous; **secondary veins** 10-14 (-16) pairs, straight and parallel, some of them standing almost at right angles to the midvein or curved, branching and anastomosing near the margins, brown contrasting with or the same color as the pale surface, the veinlets often forming an inconspicuous network of very fine lines; **inflorescence** of (2-) 3-4 (-7) racemes, these often radiate, laxly-flowered, 5-15 (-25) cm long; **rachis** slender, 1-1.5 mm in diameter, reddish to glaucous, covered with minute, stellate trichomes and few, short, reddish, fasciculate trichomes; **bracts** deltoid, 2-3 mm long, 1-2 mm wide, the apex acute to acuminate, densely tomentose, dropping off early; **pedicel** slender, (2.5-) 4-7 (-9) mm long, perpendicular or in angle to the rachis; **buds** rounded; **flowers** white to brownish-yellow, very fragrant; **sepals** ovate, obtuse, 3-5 mm long, 2-3 mm wide, pubescent; **petals** oblanceolate to obovate or spatulate, fimbriate-ciliate, 4.5-6.5 mm long, 3-5 mm wide, glabrous to scarcely pilose within; **filaments** 2-2.5 (-3) mm long, glabrous; **anthers** sagittate, 1.5-2 mm long; **ovary** densely pubescent; **style** (2-) 3-5 mm long; **capsule** when mature 4-8 mm in diameter; **seeds** mostly ellipsoid, 1-2 (-2.5) mm long.

TYPE: México, Jalisco, municipio de Talpa de Allende, mina de Zimapán, 1900 m, 5.V.1987 (fl), *L. M. González-Villarreal et al. 3038* (Holotype: IBUG; isotypes: ENCB, MEXU, NY, US, WIS, ZEA).

SPECIMENS EXAMINED: Jalisco: **Autlán de Navarro**: 2-3 km al W de Corralitos, 19° 37' N, 104° 17' W, 1700-1800 m, 9.III.1991, *Cuevas et al. 4073* (IBUG, MEXU, ZEA); 3 km al W de Manantlán, 1700 m, 13.IV.1975, *Díaz Luna 5780* (ENCB, GUADA, MICH); 10 mi S of Autlán toward La Resolana, 30.VI.1949, *Wilbur & Wilbur 1429* (L, MEXU, MICH). **Ayutla**: Sierra de las Ardillas, 1800 m, 26.I.1979, *Guizar & Niembro 390* (CHAPA, MEXU). **Casimiro Castillo**: Cerro La Petaca, 1500 m, 27.VI.1986, *Ramírez & Soltero 392, 395* (IBUG). **Cuautilán de García Barragán**: 1-2 km al W de Llanos de San Miguel, 19° 31' 26" N, 104° 13' 10" W, 2100-2200 m, 26.IV.1988, *Cuevas & Guzmán 2887* (ENCB, IBUG, ZEA, WIS); above aserradero, 5900 ft [1798 m], 23.XI.1968, *Boutin & Brandt 2510* (MEXU, MICH); 6 km W-SW of Rincón de Manantlán, 2100 m, 5.I.1979, *Iltis et al. 1243* (IBUG, IEB, MICH, NY, TEX, UC, XAL, WIS); ca. 15 mi SE of Autlán, from El Chante to Rancho Manantlán, 12.IV.1949, *McVaugh 10256* (DS, ENCB, GH, K, L, LL, MEXU, MICH, NY, TEX, UC); between El

Chante and Cuzalapa, 19° 31' N, 104° 8-15' W, 2000-2250 m, 19-22.III.1965, *McVaugh 23171* (ENCB, MICH); El Durazno from La Cumbre, 1980-2020 m, 19.III.1989, *Wetter et al. 2009, 2030* (IBUG, WIS, ZEA). **Mascota**: 15-20 km (straight line distance) N of Mascota, 1450-1730 m, 1-3.III.1970, *Anderson & Anderson 5936* (ENCB, MEXU). **San Sebastián del Oeste**: Real Alto to Poso Hendionda, 2500 m, 20.II.1927, *Mexia 1718* (C, CAS, DS, F, MO, NA, NY, UC). **Talpa de Allende**: Ca. Cumbre de Tejamanil, entre Cuale y La Cumbre Blanca, 2030 m, 8.III.1971, *González-Tamayo 136* (CIIDIR, ENCB, IBUG, IEB, INIF, MICH); 11-12 mi S of Talpa de Allende, 1200-1700 m, 23-27.XI.1960, *McVaugh 21368* (ENCB, MICH); 8-10 km S of El Rincón, on the road to La Cumbre, 1600 m, 2-3.IV.1965, *McVaugh 23433* (ENCB, MICH); Sierra de Cuale, 1450 m, 1.II.1976, *de la Torre s.n. sub Puga 8623* (ENCB, IBUG, INIF, MICH). **Tecalitlán**: 7-9 mi S-SW of Tecalitlán to San Isidro, 1700-1800 m, 1.XII.1959, *McVaugh & Koelz 1274* (L, MICH). **Tolimán**: Cerro Grande, antenna Los Encinitos, 19° 29' 16" N, 103° 58' 15" W, 2400 m, 24.VII.1992, *Vázquez et al. 5190* (MICH).

DISTRIBUTION AND ECOLOGY: *Clethra fragrans* is widely distributed throughout the Pacific slopes of the Sierra Madre del Sur, where it grows at elevations of 1200-2400 m. In the sierra of Talpa de Allende-Cuale-San Sebastián del Oeste, *C. fragrans* is frequently seen as a small-to medium-sized but graceful tree, particularly when in full bloom, along the roads not only in open dry pine-oak forest but also wet shaded «barrancas» with mixed forest along streams. It is associated with *Abies guatemalensis* Rehd., *Pinus ayacahuite* Ehr., *P. herrerae* Martínez, *P. lumholtzii* Fern., *Quercus* spp., *Magnolia pacifica* A. Vázquez, *Podocarpus reichei* Buchh., and with various ericaceous species of *Arbutus*, *Befaria*, *Comarostaphylis* and *Vaccinium*.

In the Sierra de Manantlán, where it is well distributed between 1700 and 2300 m, *Clethra fragrans* is found in open mesic to moist, moss and liverwort-draped *Pinus-Quercus* woods, associated with *Pinus oocarpa* Schiede, *P. douglasiana* Martínez, *P. herrerae*, *P. leiophylla* Schldt. et Cham., *P. pseudostrobus* Lindl., *Quercus aristata* Hook. et Arn., *Q. elliptica* Née, *Q. laurina* Humb. et Bonpl., *Q. nixoniana* S. Valencia, *Q. scytophylla* Liebm., *Arbutus xalapensis* Kunth in Humb., Bonpl. et Kunth, *Clethra rosei* Britton, *Comarostaphylis discolor* (Hook.) Diggs subsp. *manatlanensis* Diggs, *C. glaucescens* (Kunth) Zucc. ex Klotz., *Cornus disciflora* Sessé et Mociño ex DC., *C.*

excelsa Kunth in Humb., Bonpl. et Kunth, *Garrya longifolia* Rose, and *Vaccinium stenophyllum* Steud. On Cerro Grande in southern Jalisco, where *C. fragrans* reaches its highest elevation (2400 m), it is found on limestone as well on acidic volcanic soils.

Clethra fragrans is also abundant on steep slopes in the cloud forest zone, occurring in mixed forests of *Abies religiosa* (Kunth) Schldl. & Cham. var. *emarginata* Look & Martínez ex Martínez, *Alnus acuminata* Kunth in Humb., Bonpl. et Kunth subsp. *arguta* (Schldl.) Furlow, *A. jorullensis* Kunth in Humb., Bonpl. et Kunth subsp. *lutea* Furlow, *Carpinus caroliniana* Walter, *Clusia salvinii* Don., *Cornus disciflora*, *C. excelsa*, *Ilex brandegeana* Loes., *Magnolia iltisiana* A. Vázquez, *Ostrya virginiana* (Miller) K. Koch, *Quercus* spp., *Saurauia serrulata* DC., *Styrax argenteus* Presl., and *Ternstroemia dentisepala* Bartholomew. Here, *Clethra fragrans* is an important element, since according to collection data (Wetter et al. 2030), it is very abundant; in fact, it has been considered as the third dominant species after *Quercus martinezii* C. H. Müll. and *Ostrya virginiana*.

PHENOLOGY: Flowering as early as December but mostly from January throughout April; fruiting (April-) May to July.

ETYMOLOGY: The specific epithet refers to the fine fragrance of its flowers, described as a sweet musky or honey scent.

Clethra fragrans was considered to be closely related to the geographically allopatric *C. vicentina* Standl., by González-Villarreal (1996a, 1996b). Both species have similar leaf shape with minute, appressed, stellate trichomes on the abaxial surface. However, *C. fragrans* differs in having delicate twigs that shed outer bark in flakes, and also, having petioles that are slender, terete, and much longer (15-35 mm vs. 10-15 mm long). Herbarium material of *C. vicentina* shows petioles that are consistently flattened and very dark. Other features that distinguish *C. fragrans*, are the reduplicate basal margins of the leaves, a kind of domatia, and the racemose, few-flowered inflorescence with bigger flowers commonly with pinkish sepals. Geographically, *C. vicentina* extends from Guatemala, Honduras, El Salvador to Nicaragua (Table I).

In the Sierra de Manantlán, *Clethra fragrans* is called «cuchar». There, trees can reach a great height, up to 40 m tall and the trunk up to 80 cm in diameter. In such specimens the outer bark becomes darker and corky, up to 4 cm thick, and the inner bark is orange.

The leaves of this handsome, stately tree are characteristically dark-green above with a whitened or glaucous-white to golden color beneath (especially in new leaves) and the base with peculiar infolded margins (Ittis pers. com.). Vegetative shoots and sprouts have leaves that are thinner, bigger, and toothed, sometimes even dentate-aristate. Other material may have the abaxial leaf surface either glabrescent or glabrous and shiny, these glabrescent forms are common in the genus.

Clethra fragrans has been identified at herbaria as *C. hartwegii* Britton. In fact, two specimens from Sierra de Manantlán (*McVaugh 10256, 23171*) were included in *C. hartwegii* by Sleumer (op. cit.), but these clearly represent *C. fragrans*. Even though both *C. fragrans* and *C. hartwegii* show a pale abaxial leaf surface covered by minute, appressed, stellate trichomes, *C. hartwegii* in addition shows the fasciculate-stipitate trichomes, these sometimes quite abundant, forming a reddish vestiture. Other morphological differences that characterize *C. hartwegii* are its obovate leaves with shorter petioles (10-15 vs. 15-35 mm long). *Clethra hartwegii* is mainly distributed through the Sierra Madre Occidental and Trans-Mexican Volcanic Belt, although a population in western Jalisco can slightly overlap the range of *C. fragrans*. An unusual collection (*Mexia 1718*) at C, F, MO, NY, and US from San Sebastián del Oeste was labeled (in 1965) and cited by Sleumer (1967:126) as *C. hartwegii*, a later determination (in 1983) confirmed by C. Hamilton at MO. Indeed, *Mexia*'s specimens seem to be a hybrid between *C. hartwegii* and *C. fragrans*, sympatric species in that area (González-Villarreal 1996). On the other hand, *McVaugh 21368* and *23433* from Talpa de Allende, and *McVaugh 11740* from Nevado de Colima, all at MICH, were cited by Sleumer (1967:159) as *C. occidentalis* (L.) Kuntze despite Duncan's annotation in 1973, "not *C. occidentalis*". *Clethra occidentalis* is an endemic species from Jamaica, first recognized by Britton (1914) and clearly substantiated by Duncan in 1979 (see note below). The specimens from Talpa de Allende clearly represent *C. fragrans*, and the *McVaugh 11740* from Nevado de Colima is *C. hartwegii*.

A NOTE ON *CLETHRA OCCIDENTALIS*

Clethra occidentalis (L.) Kuntze was misapplied to Mexican material by Sleumer (1967), who submerged into it several distinct species, occurring not only in Jamaica but also in México (Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Estado de México, and Veracruz) and Central America. Duncan (1979), who published a statistical analysis of the overall

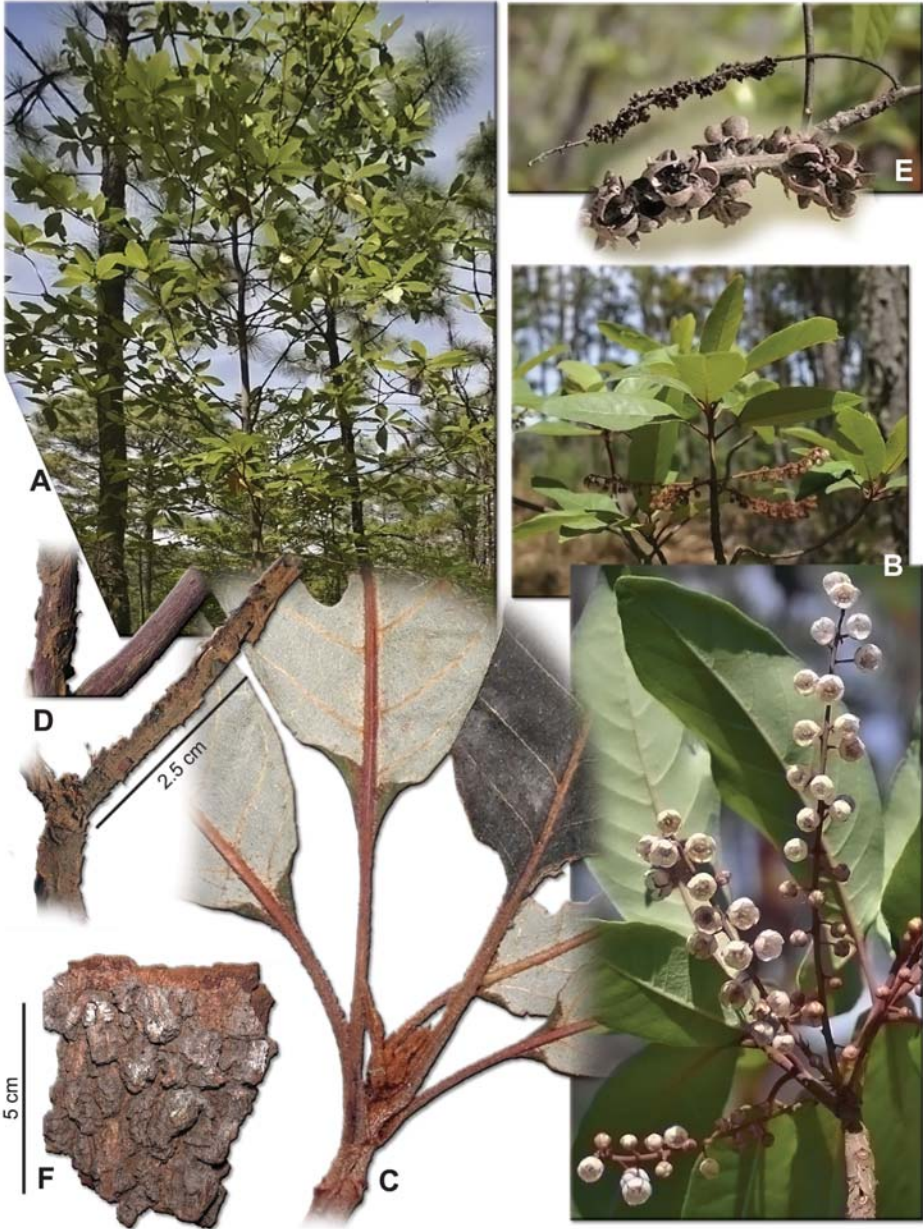


Figure 1. *Clethra fragrans*. A. Habit, a young tree in the pine-oak forest, 25–30 km from Talpa de Allende to La Cumbre, Jalisco at 1765 m elevation. B. Inflorescences racemes, some verticillate. C. Leaves with the bases reduplicate. D. Twigs exfoliating lengthwise in small papery flakes. E. Fruiting branch and detail of the mature capsules. F. Bark (from *L. M. González-Villarreal et al.* 3676).



Figure 2. *Clethra purpusii*. A. Type collection, D. E. Breedlove & F. Almeda 60257 (MO 3640075). B. Detail of leaf undersurface and flowering branch (from the isotype at C). C. Portion of inflorescence with floral buds and detail showing bracts (from the isotype at MEXU). D. Detail of the adaxial leaf surface and a section of the racemes showing flowers (from the isotype at CAS).

morphological variation of *C. occidentalis* when re-examining its limits, first noticed this unfortunate situation. He demonstrated that Sleumer included distinct morphological and geographical entities in his «*C. occidentalis* complex», namely *C. hartwegii*, *C. rosei*, *C. macrophylla* Mart. & Gal., *C. vicentina*, and *C. lanata* Mart. & Gal., as well as the true *C. occidentalis*.

My work (González-Villarreal 1996) supported and extended Duncan's conclusions. I found that the material considered by Sleumer to be *C. occidentalis* included also other species: *C. integerrima* (Turcz.) L. M. González from central Veracruz, *C. hondurensis* Britton from southern Chiapas to Nicaragua, and three recently recognized endemics, *C. fragrans* from the western México, *C. conzattiana* L. M. González from northern Oaxaca, and *C. purpusii* L. M. González from the Oaxaca/Chiapas border. I suppose that Sleumer not only misapplied the name *C. occidentalis* to species with minute, appressed indumentum (i.e., appearing glabrous), but also to any tomentose material with grabrescent leaves, especially in the case of *C. lanata*. According to Duncan (op. cit.) and González-Villarreal (op. cit.) *C. occidentalis* sensu stricto occurs only in Jamaica as earlier authors (e.g., Britton 1914) had believed.

Clethra purpusii L. M. González, sp. nov. Figure 2.

Clethra purpusii *C. pachecoana* Standl. & Steyerl. foliis ellipticis vel obovato-ellipticis aut obovatis marginibus basalibus planis plerumque supra punctata subtus venis secundariis minoribus in numero (7-10 vs. 10-15) inflorescentiis laxis floribus majoribus (4-5 mm vs. 3-4 mm longis) pedicelo fructus longiori (5-6 vs. 2-4 mm) differt.

Small tree 5-10 (-15) m tall; **branchlets** pale brown, slender, 3-6 mm thick; **petiole** dark brown,

slender, (5-) 10-20 mm long, puberulous; **leaves** when young covered by amber-colored, rosulate trichomes, sometimes evidently punctate above; **leaf blades** subcoriaceous to coriaceous, bicolored, elliptic to obovate-elliptic or obovate, the young ones sometimes suborbicular, the apex rounded to obtuse or acute, the margins entire, slightly undulate, sometimes serrulate, rarely slightly revolute, the base mostly cuneate, (1.5-) 5-10 (-11.5) cm long, (0.8-) 2-5 (-6) cm wide; **adaxial surface** shiny, with scattered, rosulate, pale trichomes or almost glabrous, the midvein furrowed and secondary venation impressed; **abaxial surface** evidently paler than the upper surface, the midvein and secondary veins dark brown, contrasting with the surface, apparently glabrous but covered by minute, appressed, stellate trichomes, moreover the prominent midvein bearing acicular trichomes up to 1 mm long and some of the fasciculate type but often almost glabrous; **secondary veins** 7-10 pairs, mostly curved, forked near the margins, the veinlets inconspicuous; **inflorescence** racemes or panicles of 6-9 racemes, 6-15 cm long; **rachis** slender, pubescent, reddish-brown; **bracts** densely reddish-tomentose, lanceolate, 2-2.5 (-4) mm long, dropping off early; **pedicels** slender, mostly straight or somewhat down-curved, subtending flowers (1-) 2-4 mm long, subtending fruits (4-) 5-6 mm long; **flower** buds globose; **sepals** ovate-lanceolate, the apex acute, 3-4 mm long, 2.5 mm wide, densely reddish-tomentose; **petals** oblong, 4-5 mm long, 3 mm wide, scattered-pilose within, the margin fimbriate; **filaments** 2.5-3 mm long, glabrous; **anthers** sagittate, 1-1.2 mm long; **ovary** sericeous, 2.5 mm in diameter; **style** short, 2-3 mm long; **capsule** when mature 3-4 mm high, 5-7 mm in diameter.

TYPE: México, Chiapas/Oaxaca, municipio of Cintalapa, SE of Cerro Baúl on the border with the state of Oaxaca, 16 km NW of Rizo de Oro along a logging

Table 1. Comparison of morphological characteristics of two related species of *Clethra*.

	<i>Clethra fragrans</i>	<i>Clethra vicentina</i>
TWIGS	Exfoliating lengthwise in small papery flakes.	Undressed.
PETIOLE	Terete; 15-35 mm long.	Flattened; 10-15 mm long.
LEAF MARGINS	Reduplicate at the base.	Not reduplicate at the base.
INFLORESCENCE	Loosely-racemose.	Densely to loosely-racemose or paniculate.
PETALS	(3.5-) 4-6.5 mm long.	3-4.5 mm long.
DISTRIBUTION	Jalisco and adjacent Colima, México.	Guatemala to Nicaragua.
ALTITUDE	1200-2400 m.	1000-2200 m.

road to Colonia Figaroa [Figuroa], 1600 m, 14.XI.1983 (bud, fl), *D. E. Breedlove & F. Almeda 60257* (Holotype: MO 3640075; isotypes: C, CAS 696451, CHAPA, MEXU, NY, TEX).

SPECIMENS EXAMINED: México. Chiapas/Oaxaca: **Cintalapa:** SE of Cerro Baúl, 1600 m, 3.XI.1971, *Breedlove & Smith 21831* (DS, ENCB, MO), *ibid.*, 21.IV.1972, *Breedlove 24728* (DS, INIF, LL, MEXU, MICH, MO), *ibid.*, 8.I.1973, *Breedlove & Smith 31377* (DS, LL, MEXU, MICH, MO), *ibid.*, 12.X.1979, *Breedlove 44396* (DS, MEXU, MO), *ibid.*, 1550 m, 15.II.1979, *Croat 47655* (BM, MO); 4 km W of La Ciénega de León, 1400 m, 10.V.1972, *Breedlove 25122* (DS, ENCB), *ibid.*, 1080 1230 m, 1.XII.1980, *Breedlove & Almeda 48133* (CAS, MEXU, MO); between Rizo de Oro and Cerro Baúl, 1300-1400 m, 15.II.1979, *Croat 47642* (BM, WIS); rocky gulches near Fenía, V.1925, *Purpus 20* (A, US); mountain slopes near Fenía, IV.1925, *Purpus 259* (A, US); mountain slopes Fenix, IV-V.1925, *Purpus 10259* (NY, UC).

DISTRIBUTION AND ECOLOGY: *Clethra purpusii* is an endemic from Cerro Baúl and vicinity, western Cintalapa, on the Chiapas/Oaxaca border in the Isthmus of Tehuantepec. It is a small-to medium-sized tree that grows at elevations from (1000-) 1300 to 1600 m on steep slopes in the montane rain forest and pine-oak-*Liquidambar* forest with species of *Brunellia*, *Carpinus*, *Clusia*, *Cornus*, *Nyssa*, *Oreopanax*, *Persea*, *Syrax*, *Ulmus*, *Zinoweiwia*, and *Weinmannia*; frequently seen in disturbed areas along roads.

PHENOLOGY: The species has been collected in flower from January to March and October to November and in fruit almost through the year.

ETYMOLOGY: The specific epithet honors Carl Albert Purpus (1851-1941) for his outstanding work as a pioneer collector of Mexican plants, who apparently was the first to collect this new entity in 1925.

In herbaria specimens of *Clethra purpusii* were identified as *C. pachecoana* Standl., because they have relatively small leaves what are apparently glabrous but with appressed, stellate trichomes below. However, the leaves of *C. purpusii* are variable in shape even on the same twig from elliptic to obovate-elliptic or even obovate, often punctate adaxially, and the margins not basally reduplicate, a characteristic unique to *C.*

pachecoana. In addition, the new entity has laxly-flowered racemes with longer pedicels bearing bigger flowers, whereas *C. pachecoana* is distinguished by its small flowers, which are borne in congested, densely flowered racemes. *Clethra pachecoana* is a tree that can reach up to 30 m tall. It is better adapted to higher elevations growing from 2000 to 3800 m on volcanic soils from the extreme south of Chiapas, México and adjacent Guatemala to El Salvador (Table II).

PURPUS' COLLECTIONS

The Purpus collections of this new taxon show discrepancies in their numbering and localities. In this regard Sousa (1969) stated that the numbers have little value because Purpus did not number his collections in a simple, chronological order; in addition, he did not always mention the day of the month. Sousa (op. cit.) related that according to Dr. Morton (pers. com. to Dr. Morton from Velva E. Ruth, of the Smithsonian Institution, Washington) «Purpus' numbering of the years 1925 and 1926 reaches the 10,000s. However, Purpus eliminated from his collection records two or three numbers such as *Eupatorium xanthochlorum* B. L. Rob. from Monserrate, Chiapas, *Purpus 74* (March 1925). When he collected again the same species in April the same year, he kept the number as usual but now as *10,074*».

There are two collections that match the above situation, *Purpus 259*, April 1925 [fl], mountain slopes near Fenía, Chiapas (A, US), and *Purpus 10259*, Apr-May 1925 [fl], mountain slopes Fenix, Chiapas (NY), but this same number and locality at UC just says May. There is one additional collection, *Purpus 20*, May 1925 [fr], from rocky gulches near Fenía, Chiapas (A, US). This locality is called Rancho Fénix and it is located east of Hacienda Monserrate at 16° 33' N, 94° 00' W (Sousa op. cit.). I also was able to locate «C. El Fenix» at 16° 40' N, 93° 59' W, southwestern Cintalapa (Carta de México Topográfica E-15-10, D-15-1, 1:250 000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI, 1982). Several new species have been described from this area.

Purpus' material was first determined in herbaria as *Clethra macrophylla* Mart. & Gal. Later, *Purpus 20* and *259* were labeled (in 1965) and cited by Sleumer (1967:155) as *C. vicentina* Standl., the only two collections of *C. vicentina* that Sleumer mentioned for Mexico. On the other hand, *Purpus 10259* (NY, UC) was identified in 1965 and cited by Sleumer (1967:159) as *C. occidentalis* (L.) Kuntze, which however, is an endemic species from Jamaica.

Table II. Comparison of morphological characteristics of two related species of *Clethra*.

	<i>Clethra purpusii</i>	<i>Clethra pachecoana</i>
PETIOLE	(5-) 10-20 mm long.	5-15 mm long.
LEAVES	5-10 (-11.5) x 2-5 (-6) cm.	5-9 x 1.5-3 (-3.5) cm.
LEAF MARGINS	Not reduplicate at the base.	Reduplicate at the base.
VEIN NUMBER	7-10 pairs.	10-15 pairs.
INFLORESCENS	Laxly-flowered.	Densely flowered.
PEDICELS (fr)	(4-) 5-6 mm long.	2-4 mm long.
SEPALS	3-3.5 mm long.	1.8-2.5 mm long.
PETALS	4-5 mm long.	3-4 mm long.
HABITAT	Montane rain forest, pine-oak- <i>Liquidambar</i> .	Cloud forest, oak-pine- <i>Abies</i> forest.
DISTRIBUTION	Endemic, Chiapas/Oaxaca border, México.	Southern México to El Salvador.
ALTITUDE	(1000-) 1300-1600 m.	2000-3800 m.

Clethra tuxtensis L. M. González, sp. nov. Figure 3.

Clethra tuxtensis C. *suaveolens* Turcz. in juvenute facie foliorum pilis rosulatis induta in senectute lamina punctata costa et venis secundariis sulcatis subtus pilis adpresis stellatis induta venis secundariis minoribus in numero marginibus paulo vel bene revolutis differt.

Small to medium tree, often 5-15 (-25) m tall, the trunk 30-40 cm in diameter; **bark** grayish, smooth to slightly fissured; **branchlets** slender or rather stout, pale brown, puberulous; **petiole** slender, brown or dark, with acicular trichomes along the inner face, (0.4-) 10-15 (-20) mm long, puberulous with age; **leaves** when young covered with rosulate, reddish-brown trichomes, the midvein with sessile, fasciculate trichomes above, densely covered with stellate trichomes below, the margins often revolute; **leaf blades** subcoriaceous to rigidly coriaceous, bicolored or sometimes concolorous, very variable in shape and size, narrowed to widely elliptic, obovate or sometimes oblong, the apex mostly obtuse, sometimes mucronate or apiculate, the margins entire, sinuate or rarely somewhat serrate-toothed, often thickened, slightly to strongly revolute, the base cuneate or rounded, (1.3-) 5-10 (-15) cm long, (0.6-) 2-4 (-6) cm wide; **adaxial surface** green or somewhat yellowish when dry, with small, scattered, rosulate trichomes, with age almost totally glabrous and punctate except for the sessile, fasciculate trichomes on the furrowed midvein, the secondary venation impressed, the veinlets inconspicuous; **abaxial surface** apparently glabrous but with scattered, minute, appressed, stellate trichomes, these reddish or translucent, often finally glabrous or nearly so, the midvein prominent with loosely acicular trichomes or pube-

rous; **secondary veins** 9-12 (-15) pairs, curved (mostly) or straight and ascending at an acute angle, branching and anastomosing near the margins, the veinlets usually forming a very fine network; **inflorescence** a panicle of 5-10 (-16) racemes, laxly or somewhat densely flowered, (5-) 10-15 (-20) cm long, straight or slightly curved; **rachis** slender, covered with reddish, sessile, fasciculate trichomes and stellate trichomes; **bracts** small, mostly lanceolate or ovate, often shorter than the pedicels, (1.5-) 2-3 (-5) mm long, ca. 1 mm wide, reddish-tomentose, dropping off early; **pedicels** long, slender, down-curved or straight, subtending flowers (3-) 4-6 (-7) mm long, subtending fruits 5-7 mm long; **flowers** in anthesis globose; **sepals** ovate, the apex obtuse, the margin ciliate, 3-4 mm long, 2-2.5 (-3) mm wide, pale stellate-tomentulose; **petals** obovate to oblong, (4-) 5-6 mm long, 3-4 (-4.5) mm wide, scarcely pilose within, the margin fimbriate; **filaments** 2-3 mm long, glabrous; **anthers** sagittate, 1-1.5 (-2) mm long; **ovary** pilose, 2 mm in diameter, densely sericeous; **style** 2-3 (-5) mm long; **capsule** when mature 3-5 mm high, 4-7 mm in diameter.

TYPE: México. Veracruz, municipio de San Andrés Tuxtla, cima del Volcán San Martín Tuxtla, 18° 35' N, 95° 09' W, 1730 m, 14.II.1972 (fl), *J. H. Beaman & C. Alvarez del C.* 5682 (Holotype: MEXU; isotypes: F 22880, MO 2818559, NY, XAL).

SPECIMENS EXAMINED: México. Veracruz, **Catemaco**: Cerro Nopo, al N de Catemaco, 29.V.1985, *Calzada 11787* (MEXU); Arroyo Claro, 19 km al SW de Tebanca, 21.II.1985, *Cedillo 3053* (MEXU, MO, XAL). **Los Reyes**: Los Reyes, 1600 m, 22.II.1976, *Velázquez 74* (ENCB, F, MEXU, NY). **San Andrés**

Tuxtla: Volcán San Martín, 4400 ft [1341 m], 27.VIII.1962, *Andrie 67* (US); borde S del cráter del Volcán San Martín Tuxtla, 1700 m, 16.V.1972, *Beaman & Alvarez 5962* (XAL); Cima de San Martín, *Calzada 210* (GH, MEXU); *ibid.*, IV.1971, *Calzada 258* (BM, CAS, CHAPA, CREG, F, GH, MEXU, MO); *ibid.*, *Calzada 421* (F, MEXU); ejido Ruíz Cortines rumbo Cerro Mastagaga, 30.V.1985, *Calzada 11821* (MEXU); 20 km al N de San Andrés Tuxtla, 21.XII.1984, *Cedillo et al. 2995* (ENCB, MEXU, MO, XAL); ejido Balzapote, 25.VI.1986, *Cedillo 3633* (MEXU, MO, XAL); ladera S Volcán San Martín, 30.III.1956, *Miranda 8344* (MEXU); Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas, 18° 34'-18 36" N, 95° 04'-95 09" W, 2.IV.1986, 600 m, *Sinaca et al. 533* (MEXU, MO, XAL). **Santiago Tuxtla:** Cerro El Vigía de Santiago Tuxtla, 830 m, 12.V.1965, *Sousa 2435* (MEXU). **Soteapan:** ca. 1 km W of San Fernando, NW of Soteapan, 10.VII.1977, *Bye 7542* (MEXU, MICH); 5 km al E de Ocotil Chico, 18° 15' 30" N, 94° 53' 21" W, 13.III.1995, *Castillo-Campos et al. 13691* (MEXU); Ocotil Grande, 5 km N de Mecayapan, 700-1000 m, 14.II.1985, *Ibarra et al. 2349* (ENCB, MEXU, MO, NY, XAL); 7 km of Pajapan, 18° 18' 45" N, 94° 43' W, 830-980 m, 15.VII.1982, *Nee et al. 25060* (F); ejido San Fernando, 880 m, 17.III.1968, *Sousa 3646* (CAS, F, MEXU, US). **Tequila:** 1 km S of Tequila, 18° 43' N, 97° 04' W, 1800 m, *Taylor & Nee 312* (F, XAL, NY). **Tehuacán:** 3 km SSW of Zongolica to Tehuacán, 18 ° 39' N, 97° 00' W, 1350 m, 8.II.1984, *Nee & Taylor 29454* (F, NY, UC). **Zongolica:** Alrededores de Zongolica, 1500 m, 18.IV.1967, *González-Medrano 1603* (MEXU); Nepoalco, 18° 40' N, 96° 59' W, 1100 m, 26.II.1976, *Vázquez T. 158* (F); Necaxa, 18° 40' N, 96° 59' W, 1050, 6.III.1976, *Vázquez T. 259* (F); from Sacatalica to Zongolica, 30-35 km NW campo experimental El Hule, El Palmar, 3250-4200 ft [990-1280 m], 23-25.VI.1944, *Vera Santos 3095* (MEXU, MICH, US).

DISTRIBUTION AND ECOLOGY: *Clethra tuxtliensis* is mainly distributed in the Sierra de Los Tuxtlas, a volcanic mountain range along the Gulf of México coast in the southeastern part of the state of Veracruz. It has been collected on the volcanoes San Martín Tuxtla, San Martín Pajapan, Santa Marta and the vicinity of Cerro El Vigía de Santiago Tuxtla, also on an outlying mountain range located in southeastern Orizaba in the Zongolica area close to the borders of Puebla and Oaxaca. The known elevational range of this species is (450-) 1000 to 1800 m.

Clethra tuxtliensis is well known at the Estación de

Biología Tropical, «Los Tuxtlas», where it is particularly abundant on the top and interior of the crater of the Volcán San Martín. Here it grows on volcanic ash and lava, forming part of a matorral less than 8 m tall, commonly associated with *Clusia salvini* Donn Sm., *Gaultheria acuminata* Schtdl. & Cham., *Morella cerifera* (L.) Small, *Oreopanax xalapensis* (Kunth) Decne. & Planch., *Saurauia villosa* DC., *Senecio arborescens* Steetz, *Viburnum montanum* Lundell, and species of *Chamaedorea*, *Elleanthus*, *Ilex*, *Litsea*, *Monnina*, and *Rapanea*.

Clethra tuxtliensis is also abundant in the lower margin of the pine-oak forest with subtropical trees on the slopes of the Santa Marta volcano within the Sierra de Santa Marta, a range of volcanoes between Lake Catemaco and the Gulf coast. These volcanoes are a component of the volcanic mountain range of Sierra de Los Tuxtlas. It is also frequent in the tropical rain forest on the San Martín Pajapan volcano, where it has been collected at altitudes of 830-980 m; here it forms part of the wind-dominated, brushy vegetation with *Clusia* and thickets of shrubs or dwarfed trees.

In other areas of its distribution occurs in the pine-oak-*Liquidambar* forest and with associates including *Carpinus caroliniana*, *Chaetoptelia* sp., *Eugenia mexicana* Steud., *Meliosma alba* (Schtdl.) Walp., *Pinus oocarpa*, *P. pseudostrabus*, *Quercus skinneri* Benth., and *Ulmus mexicana* (Liebm.) Planch. *Clethra tuxtliensis* can be a pioneer tree in much disturbed sites with some patches of forest and secondary growth; it is also commonly seen in coffee plantations.

Clethra tuxtliensis is closely related to *C. suaveolens* Turcz.; in fact, it was treated under this species by Bárcena (1981) in Flora de Veracruz (*Beaman & Alvarez 5682*, *Calzada 258*, *Sousa 2435*, *3646*, *Vázquez 158*, *259*, and *Velázquez 74*), following González-Villarreal (1996). However, *C. tuxtliensis* can be separated from *C. suaveolens* by its leaf venation; the secondary veins are furrowed adaxially and better developed abaxially, whereas in *C. suaveolens* the secondary veins are while slightly more numerous, are nevertheless obscure. Also, the leaves of *C. tuxtliensis* vary from elliptic to obovate and often have revolute margins. In addition the presence of rosulate trichomes on the adaxial surface and minute, appressed, stellate trichomes above make it different. The completely glabrous leaves of *C. suaveolens* show a reticulate and shiny surface even in the young stage, distinguishing it as member of series *Glabrae* Sleumer. Geographically, *Clethra suaveolens* and *C. tuxtliensis* are allopatric, the first being widespread from central Chiapas and Sierra Madre de Chiapas, México to Guatemala, Honduras,

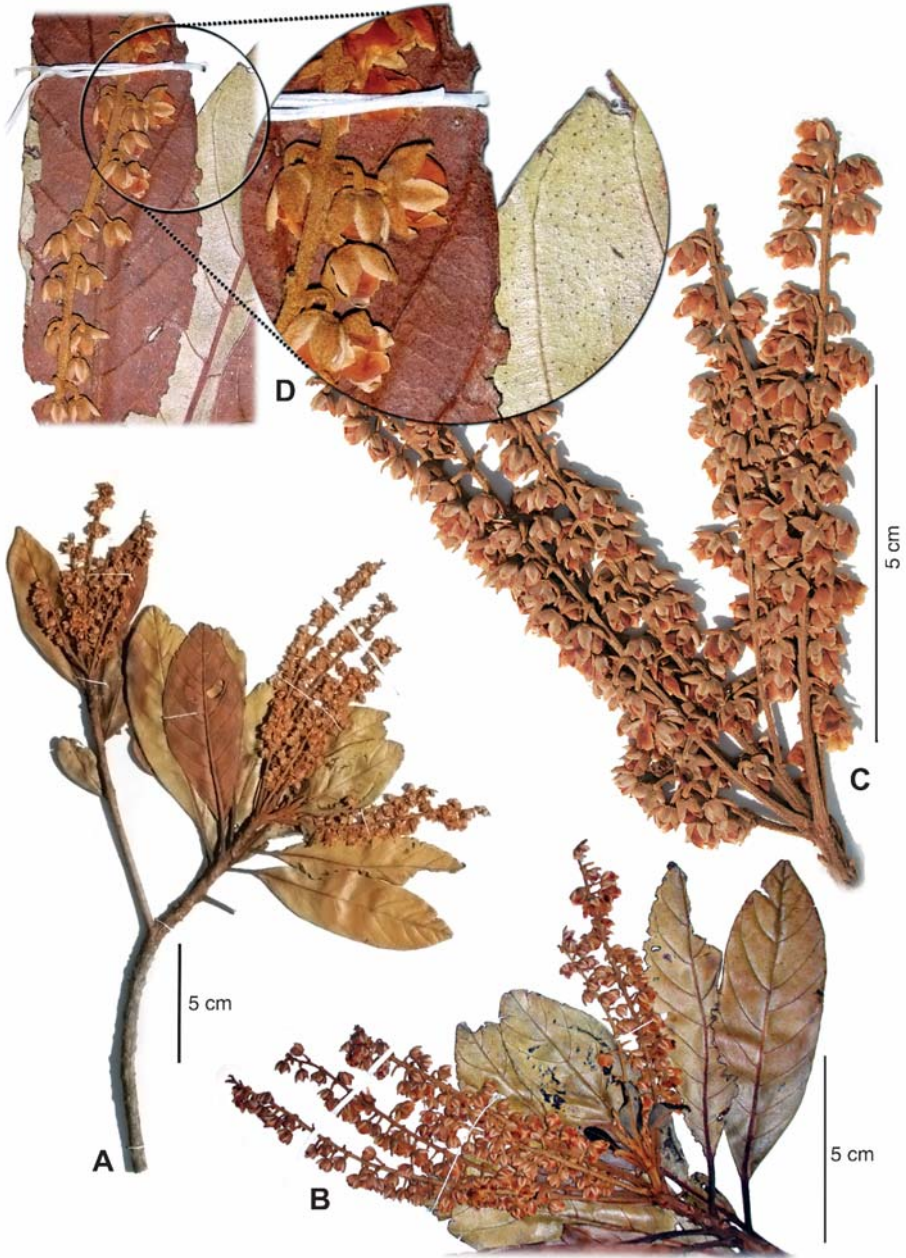


Figure 3. *Clethra tuxtensis*. A. Type collection, J. H. Beaman & C. Alvarez del C. 5682 (MEXU). B. Inflorescence and leaves showing venation (from the type collection). C. Inflorescence a panicle (from the isotype at MO 2818559). D. Details of the revolute leaf margin, flowers, and abaxial/adaxial leaf portions, one showing the evidently punctate surface above.



Figure 4. *Clethra integerrima*. Isotype collection, Botteri 995 (CGE) from Orizaba, Veracruz, México.

Table III. Comparison of morphological characteristics of two related species of *Clethra*.

	<i>Clethra tuxtensis</i>	<i>Clethra suaveolens</i>
LEAVES	Widely elliptic, obovate or oblong.	Narrowed elliptic to elliptic-lanceolate or oblanceolate.
ADAXIAL SURFACE	Dispersed rosulate trichomes with secondary venation furrowed.	Glabrous with secondary venation obscure.
ABAXIAL SURFACE	Minute, appressed, stellate trichomes.	Glabrous.
LEAF MARGINS	Slightly to strongly revolute.	Not revolute.
SECONDARY VEINS	10-15 pairs.	10-24 pairs.
PEDICELS (fr)	5-7 mm long.	5-10 mm long.
DISTRIBUTION	Southern Veracruz, México.	Central Plateau of Chiapas, México to Nicaragua.
ALTITUDE	450 -1800 m.	(500-) 1000-2700 m.

and El Salvador. The characteristics distinguishing *C. tuxtensis* from *C. suaveolens* are summarized in Table III.

There are some variations in the foliage of *C. tuxtensis*. For example, trees inhabiting the San Martín volcano have more coriaceous leaves with margins evidently revolute, and the material from Santa Marta shows slightly wider and subcoriaceous leaves.

PHENOLOGY: Flowering mostly from February to June, fruiting in May and June.

ETYMOLOGY: The specific epithet refers to the Los Tuxtlas reserve, an area particularly well known for its biodiversity and one in which the new species has been collected.

COMMON NAMES: «cucharillo», «ixpalcauhuit» (V. Vázquez 158, 259, 271; C. Velázquez 50); «maquichini» in Popoluca (M. Sousa 3646), «tun cuy xoj» (M. Leonti 306); «zabatx cuy» (G. Ibarra et al. 2349).

USES: The Popoluca people have used the wood for rustic constructions, and the bark is effective in cleaning wounds.

Clethra integerrima (Turczaninov) L. M. González, comb. nov. Figure 4.

BASIONYM: *Kowalewskia integerrima* Turcz., Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou 32: 264. 1859. **TYPE:** México, Veracruz: Orizaba, *Botteri* 995 (Holotype: CW, now possibly in LE or KW?, L-fragm.! [ex G], photograph at MEXU!; isotypes: CGE!, K!).

Clethra occidentalis sensu Sleumer, Bot. Jahrb. 87 (2): 156-160. 1967, non *C. occidentalis* (L.) Kuntze, pro parte.

The genus *Kowalewskia* was established by Turczaninov in 1859 when he described *K. integerrima* and *K. serrulata*. *Kowalewskia integerrima* was based on *Botteri* 995 from Orizaba, Veracruz, Mexico. Later, in 1863 he cited this name when describing a new species, *Clethra kowalewskii* Turcz. from San Pedro Nolasco, Talea, Oaxaca, saying in the protologue that the type of the latter, *Jurgensen* 922 may, in fact, belong to *K. integerrima* (= *C. integerrima*).

Kowalewskia integerrima was cited under *Clethra mexicana* DC. by Britton (1914) in North American Flora and ten years later placed under *C. lanata* Mart. & Gal. by Standley (1924) in Trees and Shrubs of Mexico. When Sleumer published his monographic work in 1967, he added *Kowalewskia integerrima* and *Clethra kowalewskii*, the latter with the annotation “nom. ill. (based on *K. integerrima*)”, to the list of synonymy under the Jamaican *Clethra occidentalis* (L.) Kuntze.

In addition to the protologues, a fragment of the type collection at L, two isotypes borrowed from CGE and K, a photograph with the stamp «Herbarium Hookerianum» [K!] at MEXU as well sufficient loan material from Mexico (Veracruz and Oaxaca) and Jamaica have been studied to verify the morphological distinctness of *Clethra integerrima* and permit its removal from synonymy and recognition as a good species.

The specific epithet, *integerrima*, refers to the entire leaf margins. The blades are subcoriaceous and variable in shape, often seen on the same twig as both obovate and elliptic, with the apex ranging from rounded to subacute and usually cuspidate and the base

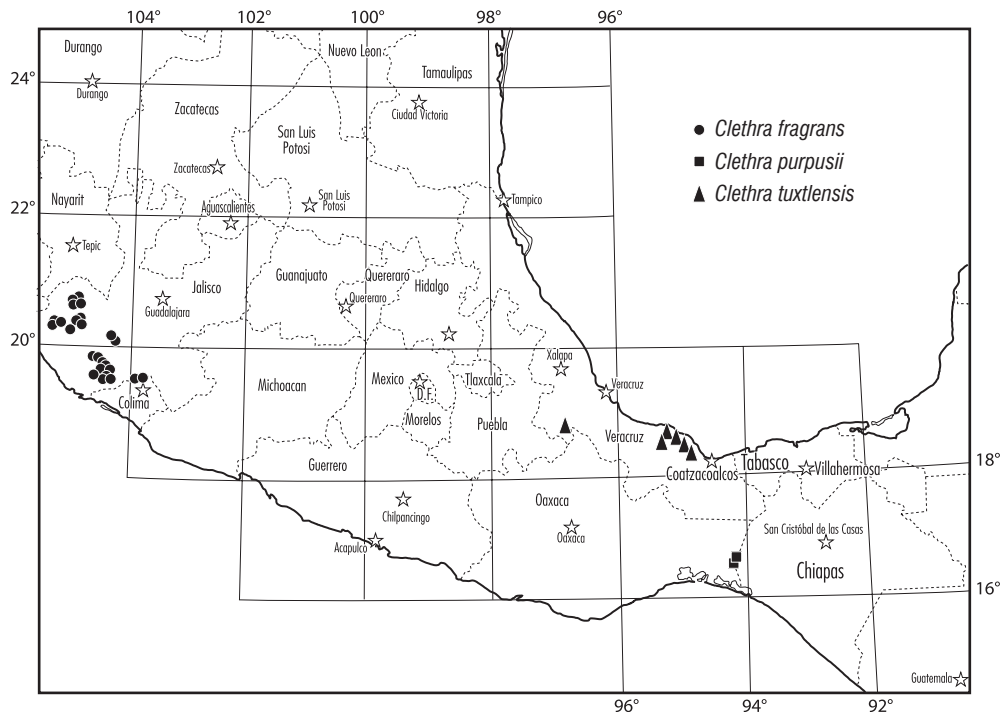


Figure 5. Map showing distribution of *Clethra fragrans* (black circles), *C. purpusii* (black squares), and *C. tuxtliensis* (black triangles) in Mexico.

gradually narrowed. The presence of minute, appressed, stellate trichomes on the abaxial leaf surface place it as a member of the series *Tomentellae*. Its inflorescences are characterized as elongated panicles. It is distributed in Mexico from northern Oaxaca to southern Veracruz.

Acknowledgments

This research is sponsored by the University of Guadalajara through the Instituto de Botánica, Departamento de Botánica y Zoolología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). The author thanks the University of Wisconsin-Madison, U. S. A. for making me an the Honorary Fellow, which allows me to work at the Herbarium WIS, through which all the specimens borrowed for this study were processed. I thank the curators of the followed herbaria: BM, C, CAS, CGE,

CHAPA, CIIDIR, DS, ENCB, F, GH, GUADA, IBUG, IEB, INIF, K, L, LL, MEXU, MICH, MO, NA, NY, TEX, UC, WIS, XAL, and ZEA. Special thanks go to my friends and colleagues: Roberto González-Tamayo for his assistance with Latin diagnoses, Jorge A. Pérez de la Rosa for his company on botanical expeditions, Raymundo Ramírez-Delgadillo, who also collaborated in the field, laboratory, and co-authored of one of the species described here, and Servando Carvajal for critical review on the manuscript. I also wish to thank three kind people of the University of Wisconsin Herbarium, Dr. Hugh H. Iltis for his continuous support, Theodore S. Cochrane for his expert editorial help and Kandis Elliot for her excellent art work in making the pages that illustrate this paper. ❖

Literature cited

- BÁRCENA, A. 1981. «Clethraceae». *Flora de Veracruz* **15**: 1–17. Inst. Nac. Inv. Rec. Biot., Xalapa, Veracruz, México.
- BRITTON, N. L. 1914. «Clethraceae». In N. L. Britton, W. A. Murril & J. H. Barnhart (eds.), *North American Flora* **29**(1): 3–9.
- DUNCAN, T. 1979. «*Clethra occidentalis* (Clethraceae): a re-evaluation». *Taxon* **28**: 163–167.
- FIOR, S., P. O. KARIS & A. A. ANDERBERG. 2003. «Phylogeny, taxonomy, and systematic position of *Clethra* (Clethraceae, Ericales) with notes on biogeography: evidence from plastid and nuclear DNA sequences». *Int. J. Plant Sci.* **164**(6): 997–1006.
- GONZÁLEZ-VILLARREAL, L. M. 1996a. *Clethra* (Clethraceae) Section *Cuellaria* in Mexico: Taxonomy, Ecology, and Biogeography. M. S. Thesis, University of Wisconsin-Madison, U. S. A. 382 pp.
- GONZÁLEZ-VILLARREAL, L. M. 1996b. *La familia Clethraceae en el Estado de Jalisco, México*. Flora de Jalisco, México **5**: 1–34. Inst. Bot., Universidad de Guadalajara, México.
- GONZÁLEZ-VILLARREAL, L. M. 1996c. *Clethraceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Instituto de Ecología A. C. Fascículo **47**: 1–19.
- GONZÁLEZ-VILLARREAL, L. M. 1998. «Three new species of *Clethra* (Clethraceae) from Mexico». *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara* Vol. **5**(1–3): 137–155.
- GUSTAFSSON, C. 1992. «Clethraceae» in: G. Harling & L. Andersson (eds.), *Flora of Ecuador* **45**: 3–26. Distributor: Nordic Journal of Botany, Copenhagen.
- HAMILTON, C. W. 1985. «Notes on and descriptions of seven new species of Mesoamerican Clethraceae». *Ann. Missouri Bot. Gard.* **72**: 539–543.
- RZEDOWSKI, G. C. DE, J. RZEDOWSKI Y COLABORADORES. 2001. «Clethraceae», en *Flora Fanerogámica del Valle de México*. 2nd ed., Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). Pp. 522–524.
- SLEUMER, H. 1967. «Monographia Clethracearum». *Bot. Jahrb.* **87**: 36–175.
- SOUSA SÁNCHEZ, M. 1969. *Las Colecciones Botánicas de C. A. Purpus en México, período 1898-1925*. Univ. California Publ. Bot. Vol. **51**: 1–36. University of California Press.
- STANDLEY, P. C. 1924. «Clethraceae. Trees and Shrubs of Mexico». *Contr. U. S. Natl. Herb.* **23**(4): 1088–1089.
- TURCZANINOV, P. K. N. S. 1859. «*Kowalewskia integerrima*». *Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou* **32**: 264.
- TURCZANINOV, P. K. N. S. 1863. «*Clethra kowalewskii*». *Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou* **36**: 233.
- VICKERY, A. R. Clethraceae. Flora Mesoamericana w3TROPI-COS en la red, 12 mayo 2002 (<http://mobot.mobot.org/>).

Appendix

NUMERICAL LIST OF SPECIES

1. *Clethra fragrans* L. M. González & R. Ramírez
2. *Clethra purpusii* L. M. González
3. *Clethra tuxtlenensis* L. M. González
4. *Clethra integerrima* (Turcz.) L. M. González

LIST OF EXSICCATAE

The numbers in parentheses refer to the species in the list above. Collectors of all specimens examined are cited.

- Anderson, W. R. & Ch. Anderson 5936 (1)
 Andrlr. R. F. 67 (3)
 Beaman, J. H. & C. Alvarez del C. 5682, 5962 (3)
 Botteri, 995 (4)
 Boutin, F. C. & F. Brandt 2510 (1)
 Breedlove, D. E. 24728, 25122, 44396 (2)
 Breedlove, D. E. & F. Almeda 48133, 60257 (2)
 Breedlove, D. E. & A. R. Smith 21831, 31377 (2)
 Bye, R. 7542 (3)
 Calzada, J. I. 210, 258, 421, 10672, 11787, 11821 (3)
 Castillo-Campos, G. et al. 13691 (3)
 Cedillo, T. R. 3032, 3053, 3109, 3633 (3)
 Cedillo, T. R. & G. Pérez Higareda 2960 (3)
 Cedillo, T. R. et al. 2995 (3)
 Cochrane, T. S. & E. J. Judziewicz 10693 (1)
 Cochrane, T. S. & A. Vázquez 12605, 12614 (1)
 Cochrane, T. S. et al. 12588 (1)
 Croat, T. B. 47642, 47655 (2)
 Cuevas, R. 1275 (1)
 Cuevas, R. & L. Guzmán 2887, 4432 (1)
 Cuevas, R. & N. Núñez 3041 (1)
 Cuevas, R. et al. 4073 (1)
 Díaz Luna, C. L. 5780 (1)
 Flores Macías et al. 2682 (1)
 González Medrano 1603 (3)
 González-Tamayo, R. 127, 136 (1)
 González-Villarreal, L. M. & J. A. Pérez de la Rosa 2468, 2469, 3038 (1)
 González-Villarreal, L. M. & R. Ramírez 3550 (1)
 González-Villarreal, L. M. et al. 3073, 3499, 3546, 3675, 3676 (1)
 Guízar, E. & A. Niembro 390 (1)
 Guzmán, R. et al. 6339 (1)
 Ibarra, G. & S. Sinaca 2660 (3)
 Ibarra, G. et al. 2349, 2354 (3)
 Iltis, H. H. & R. Guzmán 29030, 29100 (1)
 Iltis, H. H. et al. 1243, 2211 (1)
 Jardel, E. et al. 274 (1)
 Juárez O. s.n. (1)

- Leonti, M. 306 (3)
 López, G. & L. Guzmán 53, 76 (1)
 Mexia, Y. 1718 (1)
 Miranda, F. 8344 (3)
 McVaugh, R. 10256, 21368, 23171, 23433 (1)
 McVaugh, R. & W. N. Koelz 1274 (1)
 Muñoz, E. & M. Vázquez 51 (1)
 Nee, M. & K. Taylor 29454 (3)
 Nee, M. et al. 25060 (3)
 Ortega, R. 1022 (3)
 Pérez de la Rosa, J. A. 1111, 1341, 1369 (1)
 Pérez de la Rosa, J. A. et al. 1688 (1)
 Puga, L. M. V., 8623 (1)
 Purpus, C. A. 20, 259, 10259 (2)
 Ramírez, R. et al. 764, 771, 778, 1147, 1907, 1942 (1)
 Ramírez, R. & R. Soltero 392, 395 (1)
- Rincón, A. & C. Durán 1399 (3)
 Rincón, A. et al. 2329 (3)
 Santana, F. J. & B. Benz 5837 (1)
 Santana, F. J. & D. DeNiz 3650 (1)
 Santana, F. J. et al. 4668 (1)
 Sinaca, S. et al. 533 (3)
 Solís J. A. & A. Parada 4463 (1)
 Sorensen, P. D. et al. 7839 (1)
 Sousa, M. 2435, 3646 (3)
 Taylor, K. & M. Nee 312 (3)
 Vázquez, J. A. 3926 (1)
 Vázquez, J. A. et al. 5190 (1)
 Vázquez T., V. 158, 259 (3)
 Velázquez, L. 74 (3)
 Vera Santos, J. 3095 (3)
 Wetter, M. A. et al. 1075, 2009, 2030 (1)
 Wilbur, R. L. & C. R. Wilbur 1429 (1)

Fecha efectiva de publicación
 diciembre 29 de 2006

A revision of the genus *Amphipterygium* (Julianiaceae)

XOCHITL MARISOL CUEVAS FIGUEROA

Instituto de Botánica, Departamento de botánica y zoología,
CUCBA, Universidad de Guadalajara.
Apartado postal 1-139,
Zapopan 45101, Jalisco, México

Abstract

This paper consist of two parts, it was realized the revision of the genus *Amphipterygium* from the taxonomical and molecular view point, the results of the analysis of both types of characters match broadly. There are recognized four species for the genus in Mexico, *A. adstringens*, *A. glaucum*, *A. molle* y *A. simplicifolium*. The species are described and illustrated and the results of the technique support the morphologic characters.

Resumen

Se realizó la revisión del género *Amphipterygium* desde el punto de vista taxonómico y molecular. Se encontró que los resultados de ambos métodos coinciden ampliamente. En México se reconocen cuatro especies para el género: *A. adstringens*, *A. glaucum*, *A. molle* y *A. simplicifolium*. Se describe e ilustra cada taxón y se hace referencia al material de herbario examinado.

Taxonomic analysis of *Amphipterygium*

Julianiaceae is a family of small trees or shrubs dioecious with branches resinous; leaves deciduous, grouped at the end of the branch, crowded helicoidally at the ends of the branches, deciduous, simples or compounds, imparipinnate; leaflets opposed, sessile or with petiolule, margins dentate, crenate or serrate; male inflorescence in panicle; male flowers apetalous, actinomorphic; female flowers ordinarily in groups of four in a receptacle; fruit pendulous in raceme, nut indehiscent, pedicel compressed in a wing.

The family has been related with Burseraceae because of its habit and foliage of the trees, and with Anacardiaceae especially with the genus *Rhus* (Sandley 1923), the relationship with Anacardiaceae is supported by the anatomy of wood (Stern 1952), and the chemistry of flavonoids (Young 1976).

Julianiaceae comprise two genera: *Orthopterygium* present in Peru and *Amphipterygium* (figure 1) in Mexico and Central America, which is separated of *Orthopterygium* principally by the larger mature leaves, segments of perianth exceeding stamens and fruiting peduncles much dilated with tapering margins.

Up to now *Amphipterygium* grouped three species: *A. glaucum* Hemsley & Rose, *A. molle* Hemsley, and *A. adstringens* Schlechtendal (Cuevas 2001), and the subspecies *A. adstringens simplicifolium* Standl. *Orthopterygium* has only one species: *O. huacui* A. Gray (Standley 1923).

The distribution of genus *Amphipterygium* is restricted to Mexico and Central America in the course of the Pacific slope to Guatemala and Costa Rica.

The bark from all its species (figure 2) has been used since pre-Hispanic epoch in traditional medicine to cure diseases like stomach cancer, gastric ulcer and malaria; in the treatment of lung and kidney maladies, cold, diarrhea and dysentery, such as healing and anti-inflammatory (Argueta 1994).

The genus *Amphipterygium* was known for the science since 1846 as «*Rajania subsamarata*» which was published by Antonio Cal y Bracho, in 1843 Schlechtendal described one specimen from the State of Morelos, Mexico as *Hypopterygium adstringens* Schlecht., later changed to *Juliania adstringens* Schlecht. (Alcocer 1907).

Approximately 50 years later Hemsley (1901) registered a plant from Jalisco (Mexico) as *Juliania mollis* Hemsl., and afterward in 1903 Hemsley and Rose published two new species, *Juliania amplifolia* Hemsl. & Rose and *Juliania glaucum* (Hemsley & Rose 1903). In 1906, Hemsley proposed the formation of the Julianiaceae family with two genera: *Orthopterygium* and *Juliania* (Hemsley 1906).

Standley in 1923 published the family Julianiaceae for Mexico changing the name *Juliania* by *Amphipterygium* and he accepted the four species A.



Figure 1. Tree of *Amphipterygium simplicifolium*, Oaxaca, México.

adstringens, *A. molle*, *A. amplifolium* and *A. glaucum* and he described briefly the new subspecies *A. adstringens* ssp. *simplicifolium* Standl. from the State of Oaxaca, Mexico as follows "leaves simple, petiolate, the blades oval or rounded-ovate, 4 to 6.5 cm long, rounded or obtuse at apex, rounded or subcordate at base, coarsely crenate, glabrate above, densely short-pilose beneath; fruit about 3 cm long". And he mention that this may be a distinct species, but is more probably only a leaf form, analogous to the forms of certain species.

Recently, in a revision of Julianiaceae in the State of Jalisco, Mexico (Cuevas 2001), *A. amplifolium* was reduced to synonym of *A. molle*. During this work it was possible to see some specimens of which Standley called *A. adstringens* ssp. *simplicifolium* and I observed that it was possible to separate it easily by their leaflets rounded, suborbicular to flabelliform, with dentate or crenate margin from proximal portion to apex, because of this characters this taxon is considered here as a well defined species.

The genus has been little studied and the more recent work which considers the genus for Mexico is that of Standley and the species listed there has changed considerably, the objective of this work is to illustrate the genus *Amphipterygium* in Mexico, and to provide evidence for the rearrangement of *A. adstringens* ssp. *simplicifolium* to species level as *A. simplicifolium*, to set up a precedent for the study of local floras in the country.

For the morphologic characterization I review herborized material from the IBUG, MEXU, ZEA, EPN, BM, MICH, ARIZ and G herbaria, and it was complemented with field collects in the states of

Aguascalientes, Colima, Jalisco, Michoacan, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla and Zacatecas.

Morphologic characters were observed and compared to make the separation and characterization of the species. Here is offered a key for the separation of the species which are described and illustrated.

Amphipterygium Standley, Contr. U. S. Natl. Herb., **23**: 672-673, 1923.

Juliania Schlechtendal, Linnaea, **17**: 746, 1843.

Hypopterygium Schlechtendal, Linnaea, **17**: 635-8, 1843.

Tree dioecious, 6-8 m height, bark gray, with corky protuberances; branches with leaf scars; leaves simple or compound, imparipinnate, grouped at the end of the branch, with variable form; leaflets 1-11, spatulate, lanceolate, truncate, cordate, suborbicular, elliptic, flabellate, ovate to obovate, sessile or with a small petiolule; male inflorescence pendant panicle; male flower apetalous, actinomorphic, with 6-8 sepals, stamen short, anther bilocular; female inflorescence racemose, 2-4 flowers, long, arquate, pedicellate; female flower apetalous, in a receptacle, pistil bifurcated; fruit nut straight in youth, pendant when mature, wing-formed.

The genus *Amphipterygium* has four species (including now the subspecies *simplicifolium* as a good



Figure 2. *A. simplicifolium* bark (Jardin botánico de Oaxaca).

species) that can be determined for their terminal leaflet morphology: *A. adstringens* located in the New-volcanic axis and South Sierra Madre, from the State of Jalisco to Oaxaca, *A. glaucum* which is distributed in the pacific slope in the Nueva Galicia area (Rzedowski and McVaugh 1966) from Jalisco to Guerrero, *A. molle* which is founded in the Canyons Region (Rzedowski and McVaugh 1966) in the States of Jalisco, Durango, Nayarit, Aguascalientes and Zacatecas, and *A. simplicifolium* located in the Centro American Cordillera from Oaxaca (Mexico) towards Costa Rica (figure 3).

- 1. Leaflets 7-11, narrow-trulliform and acute-acuminate; terminal leaflet oblong-lanceolate, narrow-trulliform to rhomboidal-oblong, with margin sawed since the base. *Amphipterygium molle*
- 1. Leaflets 1-7, wider under the apex; terminal leaflet triangular-obovate, flabelliform, suborbicular-flabelliform, rhomboidal, ovate, obovate, oblanceolate to obtulliform, with margin dentate or crenate 2

- 2. Terminal leaflet suborbicular, elliptic, flabelliform, suborbicular-flabelliform, ovate, triangular obovate, rhomboidal to triangular flabellate, with dentate or crenate margin from proximal portion to apex *Amphipterygium simplicifolium*
- 2. Terminal leaflet obovate oblanceolate to obtulliform, with dentate or crenate margin in the last third or distal half 3
- 3. Leaflets glaucous and glabrous or with very few hairs in the main nerve; petiole mostly glabrescent, with a tuft of hairs in the base *Amphipterygium glaucum*
- 3. Leaflets green, pilose, with abundant hairs in the main nerve; petiole pilose. *Amphipterygium adstringens*

Amphipterygium molle (Hemsl.) Standley, Contr. U. S. Natl. Herb., 23: 672, 1923 (figures 4-6).
Juliania mollis Hemsl. In Hook. Icon. Pl. 28: pl. 2722, 1901. *Amphipterygium amplifolium* (Hemsl. & Rose) Standley, Contr. U. S. Natl. Herb., 23: 672, 1923.



Figure 3. Distribution map of the species of *Amphipterygium* in Mexico.

Juliania amplifolia Hemsl. & Rose, *Annals of Botany*, 17: 444, 1903. TYPE: Mexico, Jalisco, Barranca of Guadalajara, 4000 ft., 15-VI-1898, *Pringle 6871* (isotype MEXU! NY picture! IBUG).

Trees 3-8 m high; **bark** rough, with cork protuberances; **branches** rough, pubescent, glabrescent; **leaflets** 7-11, sessile or shortly petioled, terminal leaflet with or without distinct petiolule, base cuneate, apex acute to acuminate, sometimes a little arquate, margin crenate or serrate, tooth dissimilarly sized; **adaxial surface** velutinous, villous or pilose, trichomes spread, short, conic, like hook, (0.034-) 0.091 -(0.163) mm, very abundant and double sized in principal veins; **abaxial surface** tomentose to pubescent, trichomes distributed in general over the nerves, wider at the base, acuminate, (0.036-) 0.097 -(0.206) mm long, central nerve velutino, glandular trichomes (0.055-) 0.074 -(0.093) mm long; **basal leaflets** lanceolate to oblong-lanceolate, (3.1-) 4.7 - (7) cm long, (0.8-) 1.8 -(3.1) cm wide; **central leaflet** lanceolate to oblong-lanceolate, (3.5-) 5 - (7.2) cm long, (1-) 1.9 -(3.4) cm wide; **terminal leaflet** oblong-lanceolate, narrow-triliform to rhombic-oblong, (3.4-) 5.6 -(9.5) cm long, (1.3-) 2.1 -(3.4) cm wide; **male inflorescence** with the floral peduncle, (0.4-) 9.5 -(22.5) cm long, with flowers abundant; **male flower** with floral peduncle, (0.5-) 0.9 -(2.5) mm long, pilose; perianth with 6-8 segments; **sepals** (1.25-) 1.7 -(2); **stamens** with short filament; (0.15-) 0.25 -(0.5) mm largo; **anthers** (0.5-) 1.05 -(1.35) mm long; **female inflorescence** placed among leaves, 1.9 cm long, covered with a fine indumentum, translucent, at base of pedicel forms a pile velutinous, basal bracts 2, deciduous, cover the inflorescence when it is young, pedicel long, slightly arquate, flattened, clavate-fusiform, with 2-4 **flowers**, **style** 2-3, bifid, revolute, generally one more developed than the others, apical **bracts** 4-5, 1-4 mm long; **fruit** nut indehiscent, (4.5-) 6.1 -(8.5) cm long, (1.2-) 1.7 -(2) cm diameter, with the pedicel flattened, extended, forming a wing, claviform, puberulent.

PHENOLOGY: Blooms from June to July, and fructifies from August to September.

HABITAT: It inhabits in regions in deciduous tropical forest; from 440 to 1 500 m.

DISTRIBUTION: *A. molle* is founded in the system of canyons of the Rio Grande de Santiago, in the north of Jalisco, and in the States of Nayarit, Durango, Zacatecas and Aguascalientes.



Figure 4. *A. molle* (Botanical Garden of the Universidad de Guadalajara).

USES: Its bark is used locally to cure gastric ulcer and scars.

VERNACULAR NAME: Cuachalalate.

IDENTIFICATION: *A. molle* can be differentiated of the other species for its leaflets narrow and lanceolate, and their acute or acuminate apex.

SPECIMENS EXAMINED: JALISCO; BOLAÑOS: entre Bolaños y Chimalitán, matorral subtropical, 1 100 m s.n.m., 29-V-1985, *F.J. Santana-M. et R. Hernández-M. 1320* (IBUG); a la orilla de la carretera a 4 km de la desviación a Bolaños, hacia Villa Guerrero, bosque tropical caducifolio, 1 290 m s.n.m., 27-VI-1999, *X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S. 22* (IBUG); brecha en el km 30 de la carretera a Bolaños a 200 m del centro de salud, 4.6 km de la carretera por la brecha, bosque tropical caducifolio, 1 335 m s.n.m., 27-VI-1999, *X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S. 23, 24, 25, 26* (IBUG); brecha en el km 30 de la carretera a Bolaños a 200 m del centro de salud, 4.7 km de la carretera por la brecha, bosque tropical caducifolio, 1 320 m s.n.m., 27-VI-1999, *X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S. 27* (IBUG); rancho El Gallinero 15 km NE de Bolaños antes de llegar al cerro de Bolaños, carretera Villa Guerrero-San Martín, 1 500 m s.n.m, 15-VI-1990, *Flores-M., G Martínez-P. et N.P. Ramos-G 1822* (IEB). **GUADALAJARA:** Barranca near Guadalajara, 13-IX-1903, *Pringle 4764* (HARVARD); *Pringle 8533* (H); Barranca near Guadalajara, 400 ft, 28-IX-1903, *Pringle 8769* (LONDON); Barranca de Huentitán el Alto, en los alrededores de la Capilla, bosque tropical



Figure 5. Male specimen of *A. molle* X.M. Cuevas et al. 26.



Figure 6. Female specimen of *A. molle* R. Ornelas et J. Cervantes 1201.

- caducifolio, 1 500 m s.n.m., 08-VIII-1988, *A. Flores-M. et J.J. Reynoso-D.* 1097 (IBUG); Barranca de Oblatos, bosque tropical caducifolio, 1 100 m s.n.m., 14-VI-1996, *R. Acevedo-R., M. Hernández-G et M. Huerta-M.* 1583 (IBUG); Barranca of Guadalajara, 4000 ft, 15-VI-1898, *C.G. Pringle* 6871 (LONDON, MEXU) (2); Barranca near Guadalajara, 4000 ft, 28-IX-1903, *C.G. Pringle* 8769 (MEXU) (2); Barranca de Los Camachos, 26-VII-1967, *L.M.V. de Puga* 239 (IBUG); Barranca de Huentitán, bosque tropical caducifolio, 30-V-1999, *X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S.* 2 (IBUG); Barranca de Huentitán, abajo del Zoológico Guadalajara, selva baja caducifolia, 1 500 m s.n.m., 29-VII-1990, *J.J. Guerrero-N.* 878 (IEB). HOSTOTIPAQUILLO: Márgenes del Río Santiago, a un lado del rancho San Juan, bosque tropical caducifolio, 440 m s.n.m., 25-VII-1992, *R. Acevedo-R. et R.J. Sosa-L.* 1317 (IBUG, IEB). SAN CRISTÓBAL DE LA BARRANCA: a 12 km al Sur de la población, bosque tropical caducifolio, 1 200 m s.n.m., 26-VIII-1987, *R. Ornelas-V. et N. Cervantes-A.* 1201 (IBUG); Rancho "El Escalón" km 27, bosque tropical deciduo, 1 040 m s.n.m., 18-IX-1986, *R. Ornelas-V.* 603 (IBUG); a 1 km de Los Pueblitos, bosque tropical caducifolio, 1 360 m s.n.m., 17-VI-1999, *X.M. Cuevas-F. et R. Ramírez-D.* 4, 5, 6 (IBUG); San Cristóbal de la Barranca: a 12 km al sur de la población, bosque tropical caducifolio, 1 200 m s.n.m., 26-VIII-1987, *R. Ornelas-V. et N. Cervantes-A.* 1205 (IBUG); 2 km de Los Pueblitos hacia el suroeste rumbo Techaluta, 21° 01' 10" N, 103° 28' 7" W, bosque tropical caducifolio, 1 200 m s.n.m., *R. Ramírez-D., M. Harker et P. Carrillo s.n.* (IBUG). TONALÁ: Barranca de Colimilla, bosque tropical caducifolio, 25-VII-1999, *X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S.* 53, 54, 55, 56, 57 (IBUG). AGUASCALIENTES; CALVILLO: a 6 km de Calvillo, camino Ags., 13-VIII-1964, *L. Meza-S.* 100 (IBUG); 9 km al NE de Calvillo, sobre la carretera a Aguascalientes, matorral subtropical, 1800 m s.n.m., 22-VIII-1976, *Rzedowski et McVaugh* 1247 (MICH). NAYARIT; MESA DEL NAYAR: Arroyo Brasil, embalse PM Aguamilpa, aprox 10 km al este de la cortina, 21° 53' N 104° 44' W, bosque tropical caducifolio, 175 m s.n.m., 22-VIII-1993, *Calzada, Flores et A. Solís* 12603 (MEXU); 9.4 km al NE de Jesús María, camino a Huejuquilla, selva baja caducifolia, 22° 18' N 104° 28' W, 755 m s.n.m., *Flores, Tellez, Tenorio, Salinas* 1092 (MEXU); Cerro Cangrejo, cañada al NE del poblado Villa de Guadalupe, camino de Herradura a El Cañaveral y/o a Jesús María, ecotonía encinar y selva baja caducifolia, 22° 15' N 104° 37' W, 1200-1400 m s.n.m., 17-IX-1989, *P. Tenorio* 16138 (MEXU), 7 km al W de Jesús María, carr. a la Mesa del Nayar, selva baja caducifolia, 22° 15' N 104° 38' W, 636 m s.n.m., 28-VII-1990, *Ramírez, Flores et Tellez* 468 (MEXU). SANTA MARÍA DEL ORO: el cajon del Río Santiago, 2 km río arriba de donde desemboca el arroyo Palmillas, bosque tropical caducifolio, 220 m s.n.m., 7-XI-1991, *R. Acevedo, Guerrero et Soza* 1030 (MEXU). ZACATECAS; APOZOL: Desviación Presa Achoquen, Selva Baja Caducifolia, 29-VII-1993, *E. David Enríquez-E.* 410 (MEXU), (IBUG); Carretera Apozol-Villanueva, en el km 135, 1375 m s.n.m., 26-VI-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S.* 18, 19, 20 (IBUG); a 50 m de la desviación a la presa Achoquen, 1395 m s.n.m., 26-VI-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S.* 21 (IBUG). JALPA: 14 km al SW de Jalpa, ladera riolítica, bosque tropical deciduo, 1450m s.n.m., 25-VI-1957, *Rzedowski* 9121 (MEXU). JUCHIPILA: camino Juchipila, Pueblo Viejo, Selva Baja Caducifolia secundaria, 14-IX-1992, *E. D. Enríquez-E.* 211 (IBUG, MEXU); Cerro El Piñon, Sierra de Morones, Pueblo Viejo, Bosque Tropical Caducifolio et Bosque de *Pinus maximartinezii*, 1250- 2130 m s.n.m., 2-VIII-1996, *L. M. V. de Puga* 1701 (IBUG); camino Cuxpala-Pueblo Viejo, a 1 km de Cuxpala, bosque tropical caducifolio, 1360 m s.n.m., 26-VI-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S.* 9 (IBUG); camino Pueblo Viejo-Juchipila, a 900 m de Pueblo Viejo, bosque tropical caducifolio, 1390 m s.n.m., 26-VI-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S.* 10 (IBUG); camino Pueblo Viejo-Juchipila, a 900 m de Pueblo Viejo, bosque tropical caducifolio, 1385 m s.n.m., 26-VI-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S.* 11, 12 (IBUG); camino Pueblo Viejo-Juchipila, a 900 m de Pueblo Viejo, bosque tropical caducifolio, 1370 m s.n.m., 26-VI-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S.* 13, 14 (IBUG); camino Pueblo Viejo-Juchipila, a 4.4 km de Pueblo Viejo, bosque tropical caducifolio, 1430 m s.n.m., 26-VI-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S.* 15 (IBUG); camino Pueblo Viejo-Juchipila, a 2.6 km de Pueblo Viejo, bosque tropical caducifolio, 1365 m s.n.m., 26-VI-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S.* 16, 17 (IBUG). VILLANUEVA: Cerro El Fanfarón, Matorral subtropical, 29-VI-1993, *E. D. Enríquez-E.* 407 (IBUG), (MEXU).

Amphipterygium glaucum (Hemsl. & Rose) Standley, Contr. U. S. Natl. Herb., 23: 672, 1923 (figures 7-9).

Juliania glauca Hemsl. & Rose, Annals of Botany, 17: 444, 1903. TYPE: Mexico, Jalisco, Jilotlan de los

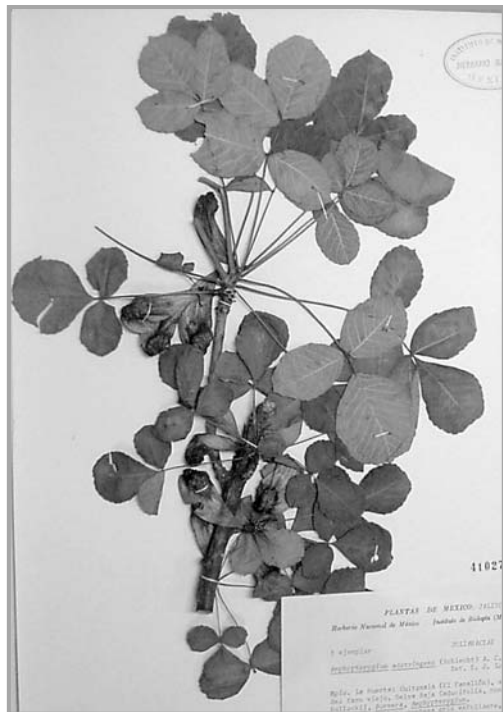


Figure 7. Specimen of *A. glaucum* Ayala 64 (MEXU).

Dolores, VII-1896, *Lumholtz* (isotype NY, picture! IBUG).

Tree 2.5-6 m high, **bark** smooth, gray brown reddish inside, with protuberances; **branches** smooth with scars of fallen leaves, stipules lignified, cuneiform, in spiral; **leaves** terminal, compound, imparipinnate; petiole (3-) 5.8 -(8.5) cm long, channeled, glabrescent with trichomes only at base; **leaflets** 3-5, sessile, obovate, oblong, obovate, or oblanceolate, papiraceous, terminal leaflet sessile or with petiolule, base cuneate; apex acute to obtuse; margins crenate, glabrous; **adaxial surface** rough, with conic trichomes very scarce, only in some nerves, (0.062-) 0.075 -(0.096) mm long, in the principal nerve longer and sinuous; **abaxial surface** glabrous, glandulous to punctuate, glaucous, with trichomes scarce, curved, acuminate (0.082-) 0.113 -(0.131) mm long; **basal leaflets** obovate, (1.5-) 4 -(6) cm long, (1-) 2.6 -(4) cm wide; **central leaflets** obovate, (3.2-) 4.5 -(5.5) cm long, (1.9-) 2.5 -(3.4) cm wide; **terminal leaflet** flabelliform

to obtusifoliate, (2.5- 5.4 -(9.8) cm long, (1.8-) 3.6 -(4.9) cm wide; **male inflorescence** in panicle, (2-) 5.4 -(8) cm long; **male flower** with floral peduncle (0.5-) 0.76 -(0.9) mm long; **sepals** 6-8, (1.4-) 1.48 -(1.5) mm long, pilose outside; **stamens** with the filament (0.1-) 0.33 -(0.5) mm long; **anthers** (0.75-) 0.83 -(1.1) mm long, with few trichomes; **female inflorescence** 3-6 cm long, **flowers** apetalous, 2-4 for raceme; **pedicel** slightly arquate, flattened, extended, clavate-fusiform; **fruit** nut indehiscent, pedicel extended, winged, claviform, (4-) 5 -(6.4) cm long; ovary terminal, (0.9-) 1.3 -(2) cm diameter, puberulent to glabrous.

PHENOLOGY: Blooms in July, and fructifies from September to December.

HABITAT: It inhabits in regions with deciduous tropical forest; from 5 to 150 m.

DISTRIBUTION: It is disseminated in the Pacific slope Region, in the southwest of Jalisco, and in the States of Nayarit, Michoacan and Guerrero.

USES: Its bark is used locally to purify the blood.

VERNACULAR NAME: Pacueco.

IDENTIFICATION: *A. glaucum* is similar to *A. adstringens*, nevertheless it can be differentiated for its indumentum which is glaucous, glabrous, and rough, with inconspicuous veins.

EXAMINED SPECIMENS: JALISCO; CIHUATLÁN: a 500 m al W de Meláque, 15-XII-1984, *R. Cuevas et N. Cervantes 574* (MEXU). JILOTLÁN DE LOS DOLORES: Brecha Jilotlán Tepalcatepec, a 10 km de Jilotlán, bosque tropical caducifolio, 22-VIII-1999, *X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S. 60* (IBUG). LA HUERTA: Chamela, Sendero El Tejón, 19° 30' N 105° 03' W, dry deciduous forest, 100 m s.n.m., 18-VIII-1991, *A. Gentry & UNAM Tropical Ecology Class 74437* (MEXU); Estación de Biología de Chamela, Campamento de la Estación de Chamela, selva baja caducifolia, 03-VII-1978, *L.A. Pérez 1771* (MEXU); Bahía de Tenacatita, Playa el Tamarindo, *L.M. González-V. et R. Guzmán-M. 228* (MEXU); Estación de Biología de Chamela, selva baja caducifolia, 150 m s.n.m., 17-VII-1976, *A. Delgado-S. 292 et R. Hernández 2540* (MEXU); Chamela, selva baja caducifolia, 06-VII-1985, *J. A. S.-Magallanes 4377* (MEXU); Chamela, vereda Chachalaca, bosque deciduo, 09-VI-1982, *S.H. Bullock 1170* (IBUG); Camino a la playa Cuaztecomate, bosque tropical



Figure 8. Male specimen of *A. glaucum* X. Cuevas et al. 41.

subcaducifolio, 6-25 m s.n.m., 7-IX-1981, J.A. Vázquez-G 808 (IBUG); 1 km SW de la Hacienda de Cuitzmala La Huerta, 19° 23' 45" N, 104° 59' 30" W, selva baja caducifolia primaria en la cresta faldas del cerro, 16-VII-1988, G. Castillo-C., R. Acevedo-R. y J.L. Martínez 5185 (IEB); Cuitzmala, cerro costero, selva baja caducifolia, 19° 22' 35" N, 105° 00' 35" W, 20 m s.n.m., 17-VIII-1988, G. Castillo-C., R. Acevedo-R. et J.L. Martínez 5185 (IEB); La rumorosa, estación de investigación, experimentación y biología Chamela

UNAM, 27-VII-1977, S. Magallanes 733 (MEXU); Cuitzmala (El Farallón), a un lado del faro viejo, selva baja caducifolia, 14-VII-1983, M. G. Ayala 64 (MEXU); Estación de Biología, 3-XII-1976, B. Morales 7 (MEXU); camino al cerro La Tambora, estación de biología UNAM, selva baja caducifolia, 25-VIII-1982, E. J. Lott 1236 A (MEXU); Bahía de Tenacatita, playa El Tamarindo, costado sur exposición norte, 31-VII-1977, L. M. González et R. Guzmán 240 (MEXU); Bahía de Mezcales, en el km 78.5 de la

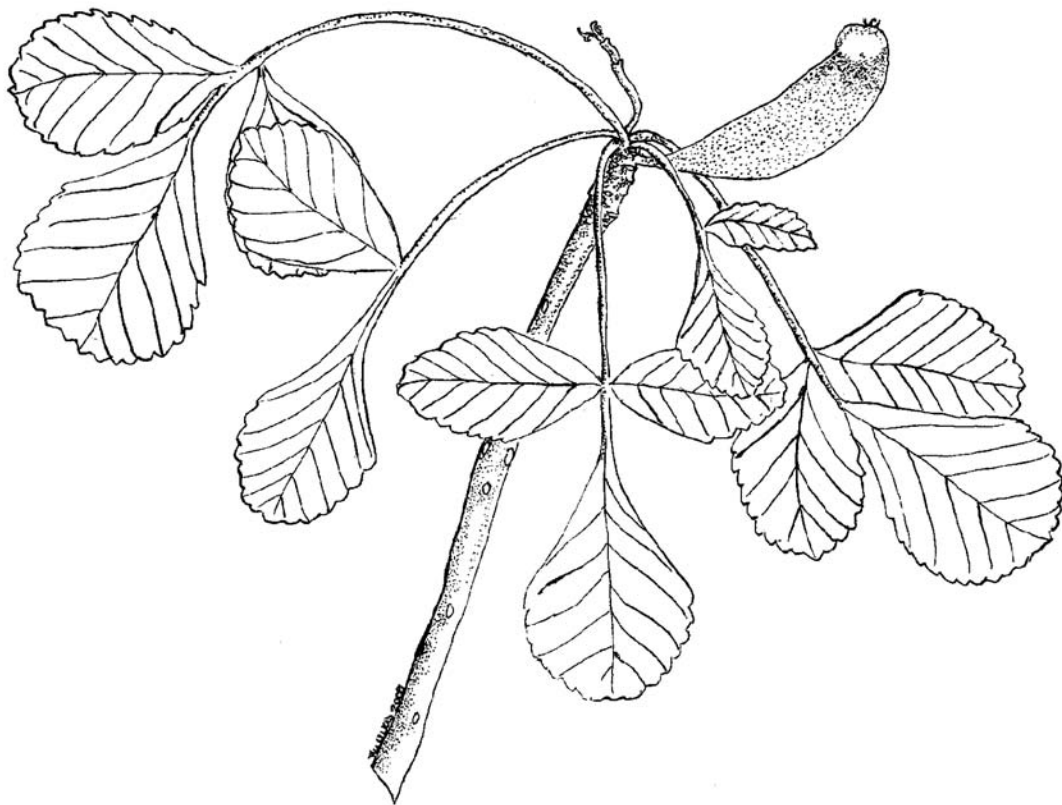


Figure 9. Female specimen of *A. glaucum* R. Ramírez et al. 5513.

carretera a Puerto vallarta, cerro junto a la playa, por un camino que sube al cerro, 5-15 m s.n. m., 31-VII-1999 *C. Cuevas-F 1* (IBUG). TOMATLÁN: Low hills 6-8 km south of Tomatlán, thorn forest, 30 m s. n. m., 23-IX-1969, *Rogers McVaugh 29349* (MICH). COLIMA; SANTIAGO: (Manzanillo) Península de Julupán, Selva Madiana Caducifolia, 125 m s.n.m., 18-X-1994, *M. Huerta, M. Vázquez-G et T. Livio 335* (IBUG); Playa Miramar, al lado de la carretera frente a la playa, bosque tropical caducifolio 05-VII-1999, *X. M. Cuevas-F et M. A. Fregozo-S 36,37,41* (IBUG). MICHOACÁN; AQUILA: La Ticla, Selva Baja Caducifolia primaria, 200 m s.n.m., 10-Diciembre-1979, *B. Guerrero C. et R. Castillo-C. 610* (IBUG); 4km camino La Placita-Tecomán, selva baja caducifolia con cactaceas columnares, 300 m s.n.m., 05-X-1960, *Guerrero et al 1291* (MEXU). COAHUAYANA: Ojo de Agua, Bosque Tropical Caducifolio, 50

m s.n.m., 29-VII-1982, *Rzedowski 37894* (IBUG) (MEXU). NAYARIT; BAHÍA DE BANDERAS: Punta de Mita, dunas costeras primaria, orilla del mar, 0 m s. n. m., 11-VIII-1990, *Castillo C. 4013* (MEXU).

Amphipterygium adstringens (Schlecht.) Standley, Contr. U. S. Natl. Herb., 23: 673, 1923 (figures 10-12).

Juliania adstringens (Schlechtendal) Schlechtendal, Linnaea, 17: 746, 1843. *Hypopterygium adstringens* Schlechtendal, Linnaea, 17: 746, 1843. TYPE: Mexico, Morelos (missing).

Tree 4-8.5 m high; **bark** wrinkled, grayish, verrucose, with cork protuberances; **branches** pilose to glabrescent, with scars of fallen leaves; **leaves** simple, compound, imparipinnate; petiole (2.9-) 5.4 -(6.9) cm long, pilose, at base velutinous; **leaflets** 3-7, with

petiolule, spatulate, oblong-lanceolate, obovate, obovate-triangular; base cuneate; apex obtuse to rounded; margin dentate to crenate only in distal portion; **adaxial surface** pilose; with abundant trichomes inserted obliquely, from a prominent base, rectum, conic, acuminate (0.131-) 0.132 -(0.231) mm long, shorter than those of the abaxial surface, glandular trichomes capitate, (0.048-) 0.054 -(0.06) mm long; **abaxial surface** tomentose, pilose; with abundant trichomes, sinuous, like hooks, (0.194-) 0.269 -(0.309) mm long, glandular trichomes abundant, capitate, (0.04-) 0.048 -(0.057) mm long, central nerve velutinous, with trichomes curled, at all the nerves; **basal leaflets** obovate, oblanceolate to oblonglanceolate, (1.8-) 3.4 -(4.8) cm long, (0.9-) 1.8 -(2.7) cm wide; **central leaflets** obovate, oblanceolate to obtruliform, (2.1-) 3.8 -(5.7) cm long, (1-) 2 -(3.2) cm wide; **terminal leaflet** flabelliform, spatulate, obtruliform to obovate-triangular, (3.1-) 4.6 -(6) cm long, (1.5-) 2.8 -(7) cm wide; **male inflorescence** (7-) 8.6 -(12) cm long, **male flower** actinomorphic, floral peduncle (0.3-) 0.95 -(2.7) mm long; **sepals** 6-8, (1.2-) 1.6 -(2) mm long, tomentose at youngness, pilose at maturity; **stamens** alternate to sepals, filament short (0.2-) 0.28 -(5) mm long; **anthers** pilose, (0.75-) 0.96 -(1.25) mm long; **female inflorescence** in raceme, (1.1-) 1.3 -(1.5) cm long, generally 2-4 flowered; **ovary** with the same disposition that peduncle; **pedicel** slightly arquate, flattened, claviform or clavate-fusiform, (6-) 16 -(22) mm long, (2-) 4 -(5) mm wide, with four longitudinal costillas, inconspicuous, provided with trichomes unicellular, acuminate, colorless, spread, more abundant at apex; bracts 4-6, at apex of ovary, thick, channeled, triangular, obtuse, some times mucronate, (1-) 1.5 -(2) mm long, with the margins translucent; **pistil** bifurcate; **style** cilindric, 2-3 mm long, lobules of stigma, 3-4, smooth inside, pilose outside, trichomes dense, lobules recurved, dilatate to apex, surcate in the internal face, revolute, apex emarginated, one exceeding the others, the major 2-4 mm long, the others 1-3 mm long; **fruit** erect in youngness, pendulous at maturity, pedicel extended and flattened, forming a wing, slightly arquate, cuneate, (3.7-) 5.2 -(9) cm long, (1-) 1.5 -(2) cm diameter.

PHENOLOGY: Blooms from June to August, and fructifies from August to January.

HABITAT: It inhabits in regions with deciduous tropical forest and sub-deciduous tropical forest; from 5 to 1500 m.



Figure 10. Specimen of *A. adstringens* Gentry 10822 (ARIZ).

DISTRIBUTION: It is distributed in Mountain and Pacific Slope Regions, in the center-south of the State of Jalisco, and in Michoacan, Morelos, Estado de Mexico, Puebla, Guerrero and Oaxaca.

USES: Its bark is used to cure malaria, stomach cancer, gastric ulcer, kidney sickness, among other.

VERNACULAR NAMES: Cuachalala, Cuachalalate, Matixeran, Pacueco, Palo Santo and Cuachinala.

IDENTIFICATION: *A. adstringens* is distinguished from the other species by the shape of its terminal leaflet, which is spatulate, and its margin is dentate only in the distal portion, likewise the indumentum which is pilose to tomentose.

EXAMINED SPECIMENS: JALISCO; AUTLÁN DE NAVARRO: bosque tropical caducifolio perturbado, 1 000 m s.n.m., 16-IX-1990, *R. Cuevas-G. et N. Núñez* 3989 (ZEA, IBUG, IEB); El Limoncillo, bosque tropical caducifolio, 980 m s.n.m., 06-X-1995, *J. Santana-M. et M. Vázquez-L.* 7528 (ZEA); 19 km al NW de El Grullo, carretera Autlán-Guadalajara, selva baja caducifolia perturbada, 01-VII-1981, *E. J. Lott* 437 (MEXU); Sierra de Manantlán, 4 km al S de Autlán de

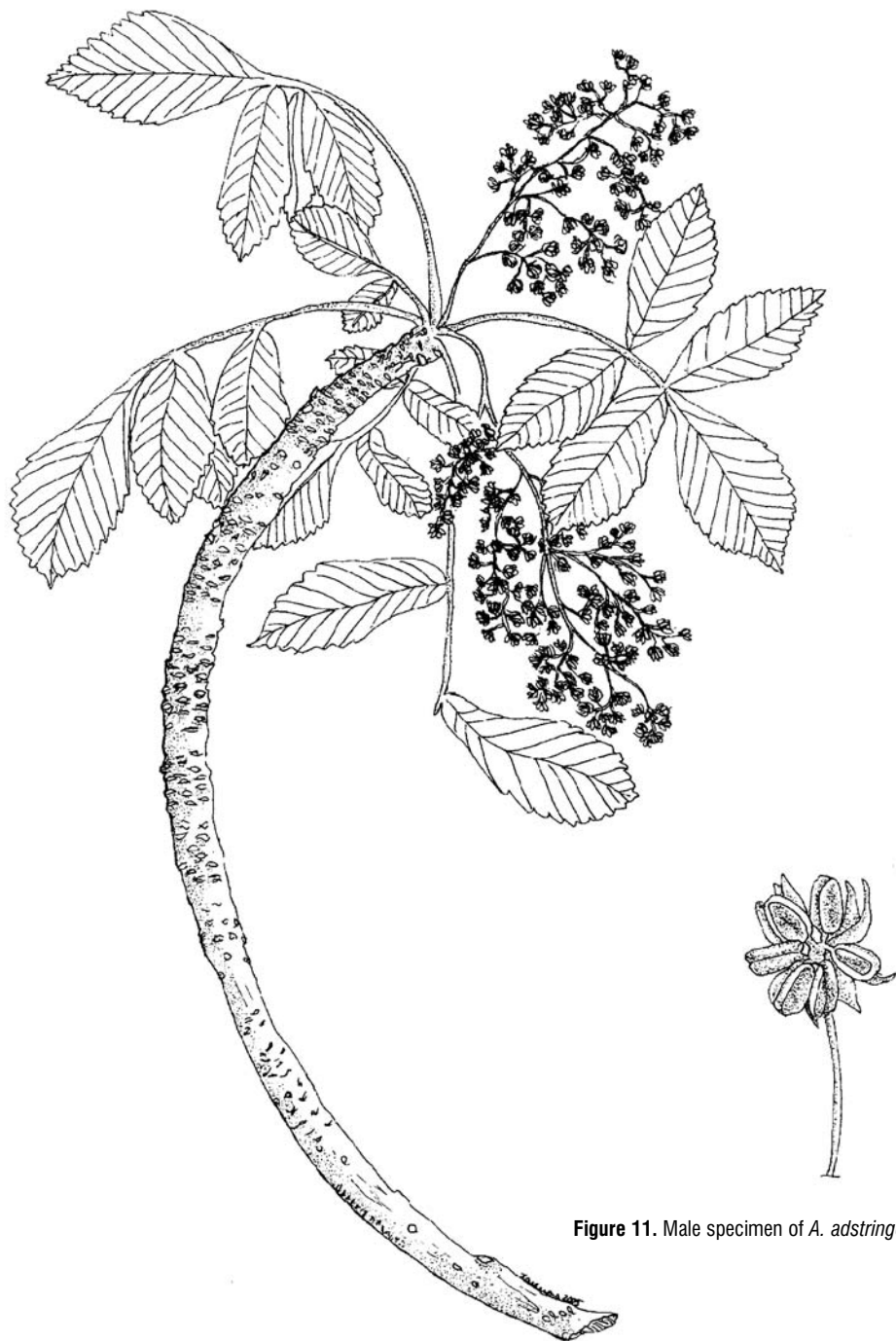


Figure 11. Male specimen of *A. adstringens*.

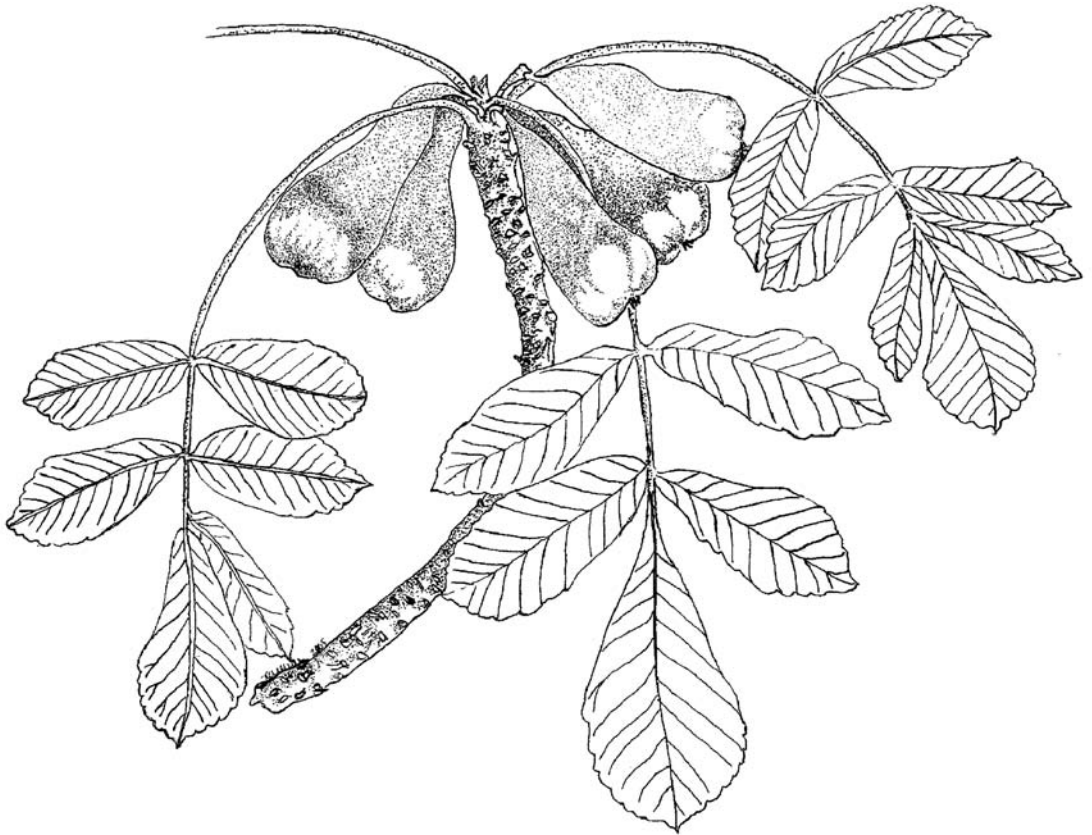


Figure 12. Female specimen of *A. adstringens* R.Castro 1264.

Navarro, entonces a 1 km al E, a un pequeño cerro, matorral seco perturbado (o bosque bajo caducifolio et espinoso), 1 000 m s.n.m., 06-I-1985, *T.S. Cochrane, E.J. Judziewicz et R. Guzmán 10869* (IBUG, ZEA). EL GRULLO: Sierra la Vainilla, one of the little hills (cerritos), 2 mi. (3 km) by rd. WNW of Los Paredes & 5 m. (8 km) by rd. WSW of El Grullo, N of sugar cane industry link rd. between El Grullo and (& 10 km airline distance due E of) Autlán (19° 46' 37" N 104° 16' 20" W) bosque tropical deciduo perturbado, 925-945 m s.n.m., 20-VIII-1993, *T.S. Cochrane, A. Vázquez-G et L. Hernandez-L. 13172* (IBUG). EL LIMÓN: Cerro El Zapote, 3 km SE de El Limón, bosque tropical caducifolio, 1 000 m s.n.m., 08-VII-1989, *F.J. Santana-M. 4448* (ZEA, IBUG). JILOTLÁN DE LOS DOLORES: 3 Km de la brecha de Tepalcatepec, cerca de la presa de Tepalcatepec, bosque tropical

caducifolio, 400 m s.n.m., 27-VII-1988, *M. Cházaro-B., A. Flores-M. et E. Salcedo-P. 5613* (IBUG, IEB); límite entre Jalisco y Michoacán, bosque espinoso, 400 m s.n.m., 10-VIII-1987, *R. Ornelas-U., A. Flores-M. et A. Alvarado-C. 1096* (IBUG, IEB); brecha Jilotlán-Tepalcatepec a 10.2 km de Jilotlán, bosque tropical caducifolio, 22-VIII-1999, *X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S. 61* (IBUG); brecha Jilotlán-Tepalcatepec a 10.3 km de Jilotlán, bosque tropical caducifolio, 22-VIII-1999, *X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S. 62* (IBUG); brecha Jilotlán-Tepalcatepec a 20.4 km de Jilotlán, bosque tropical caducifolio, 22-VIII-1999, *X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S. 63* (IBUG); brecha Jilotlán-Tepalcatepec a 3 km de la presa Tepalcatepec, bosque tropical caducifolio, 22-VIII-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S. 64* (IBUG). TECOLOTLÁN: 4 to 6 miles west of Tecolotlan, 22-

VII-1951, *H. S. Gentry 10928* (MEXU). TOLIMÁN: Barranca La Ciénega, cañada del río adyacente a Tolimán, bosque tropical caducifolio, 900 m s.n.m., *M. Cházaro, R. Acevedo, J. Lomelí et M. Huerta 7005* (MEXU); Barranca La Ciénega, bosque tropical caducifolio, 800 m s.n.m. 25-X-1992, *J. A. Lomelí-S. s.n.* (IEB). TUXCACUESCO: Cerro del Palacio, bosque tropical caducifolio, 1 150 m s.n.m., 28-X-1995, *F. J. Santana-M. et J. Rosales 6519* (ZEA); 1 150 m s.n.m., 06-II-1994, *B. Benz et F. J. Santana-M. 11386* (ZEA); 1 100 m s.n.m., 03-X-1992, *F. J. Santana-M. et B. Benz 5920* (ZEA); 2.5 km. de Zenzontla, rumbo El Camichín, 19° 39' N 104° 03' W, bosque tropical caducifolio, 835 m s.n.m., 05-IX-1988, *L. Robles 681* (ZEA, IEB, IBUG); bosque tropical caducifolio, 750 m s.n.m., 25-XI-1988, *R. Cuevas et L. Guzmán 3400* (ZEA). ZACOALCO DE TORRES: Bosque deciduo, 10-X-1982, *H. H. Iltis, B. F. Benz et M. Burd 28805* (ZEA); cerro al Oeste de Zacoalco de Torres, cerca de la iglesia, bosque tropical caducifolio, 1 500 m s.n.m., 14-V-1994, *S. Valencia, M. Huerta, R. Vázquez et J. Uribe 8* (IBUG); cerriles aledaños a Zacoalco, selva baja caducifolia, 1 460 m s.n.m., 25-VI-1992, *S. H. Contreras-R. s.n.* (IBUG); Cerro del Tecolote, bosque tropical caducifolio, 1 490 m s.n.m., *L.M.V. de Puga 2975* (IBUG); Cerro del Tecolote, en una cerca al lado del camino, bosque tropical caducifolio, 11-VII-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S. 45,46* (IBUG); Cerro de la capillita, bosque tropical caducifolio, 11-VII-1999, *X. M. Cuevas-F. et M. A. Fregozo-S. 64* (IBUG). MICHOACÁN; HUETAMO DE NUÑEZ: (Or Mpio. Tiquicheo?) 14 km S of Tiquicheo, along small river at roadside, 18° 52.67' N 100° 49.52' W, dense deciduous tropical forest, 500 m s.n.m., 20-VIII-1993, *N. Martínez B. et U. Egglí 120* (IBUG); En Las Trincheras 12 km al N de Huetamo, camino Huetamo-Zitacuaro, selva baja caducifolia, 500 m s.n.m., 09-VII-1982, *E. M. Martínez-S. et J. C. Soto-N. 1302* (MEXU). TIQUICHEO: En el Puerto los Cirinares, 17 km al NE de Tiquicheo, selva baja caducifolia alterada, 850 m s.n.m., 27-VI-1983, *J. C. Soto-N. 5345* (MEXU). APATZINGÁN: Galeana, selva baja caducifolia primaria, 310 m s.n.m., 06-XII-1978, *Madrigal-S. 3168* (IBUG). COLIMA; TECOMÁN: Falda este del Cerro Caleras (parcela Rafael Espindola), selva baja caducifolia secundaria, 200 m s.n.m., 12-IX-1986, *F. Leger 22* (IBUG); selva baja caducifolia secundaria, 200 m s.n.m., 20-VIII-1993, *T. S. Cochran, A. Vazquez G. et L. Hernandez-L. s/n* (IBUG); COMALA: 2.5 km al S de Zacualpan, bosque tropical deciduo, 650 m s.n.m., 06-VI-1984, *F. J. Santana-M. et N. Cervantes A. 269* (IBUG).

Amphipterygium simplicifolium (Standl.) X. Cuevas-Figueroa, stat. nov. (figures 13-15). BASIONYM: *Amphipterygium adstringens* (Schlecht.) Standl., subsp. *simplicifolium* Standl. Contr. U. S. Natl. Herb., **23**: 673, 1923. TYPE: Mexico, Oaxaca, distrito de Tehuantepec, Playa de Salina Cruz, *Conzatti 3672* (Syntype MEXU).

Tree 3 to 6 m height; dioecious; flat goblet, terminal ramification; **bark** with gray cork protuberances, red inside; **branches** incurved, with scars of fallen leaves; **leaves** disposed in spiral at the end of the branch, simple or composed, imparipinnate; petiole (2.1-) 5.1 (-9) cm long, pilose to tomentose, velutinous at base; **leaflets** 1-3-5, general shape truncated, cordate, suborbicular, elliptic, flabellate, ovate to obovate, base rounded or ample cuneate, apex rounded, truncated, obtuse to emarginate, pilose, of a very smooth texture; sessil or with petiolule; margin dentate or crenate from the base; teeth round to triangular, oblique with obtuse to obtuse-rounded apex, in number of (10-) 16 -(25) in terminal leaflet and (7-) 11 -(22) in lateral leaflets; **adaxial surface** pilose, trichomes simple or glandular-capitate, the simple ones from a prominent base, erect, sinuous, conical, acuminate, of (0.192-) 0.293 -(0.378) mm long, shorter than in abaxial surface, more abundant in the vein; **abaxial surface** tomentose, trichomes abundant, simple or glandular, the simple ones straight or slightly sinuous, very long, (0.648-) 0.465 -(2.69) mm long; **basal leaflets** obovate, elliptic, rounded at base, (2.5-) 4.4 -(7.2) cm long, (1.7-) 3 -(5.1) cm wide; sessil or with petiolule up to 1 mm, the apex rounded to obtuse; **central leaflets** obovate, elliptic, (2.5-) 4.3 -(5.2) cm long, (1.8-) 2.8 -(4.1) cm wide, sessile or with very short petiolule of approximately 1 mm, base rounded, the apex rounded to obtuse; **terminal leaflet** suborbicular, elliptic, flabelliform, suborbicular-flabelliform, ovate, obovate, triangular-obovate, rhomboidal, triangular-flabellate, (3.4-) 5.9 -(10.5) cm long, (2.7-) 4.9 -(9.5) cm wide, base cuneate, ample-cuneate, truncate or cordate, apex rounded, truncate, obtuse, sometimes emarginate; petiolule (0.3-) 0.72 -(1.2) cm long, with decurrent margins; **male inflorescence** (2-) 10.6 -(17) cm long; **male flower** actinomorphic; **sepals** 6 to 8, of (1.1-) 1.5 -(1.8) mm long and (0.3-) 0.5 -(0.6) mm wide, tomentose to pilose; **stamens** alternating to the sepals, (1.5-) 1.7 -(1.8) mm long; short filament, (0.6-) 0.7 -(0.8) mm long; **anthers** pilose, (0.9-) 0.95 -(1) mm long; **female inflorescence** (2.6-) 3.3 -(5) cm long, **flowers** in a receptacle; **ovary** with the same position of peduncle; **pedicel** slightly



Figure 13. *A. simplicifolium* (Botanical Garden of Oaxaca).

arquite, flattened, clavate-fusiform, (1-) 1.7 -(2.2) cm long and (0.5-) 1 -(1.6) cm wide, provided with trichomes; **bract** 4-6, arranged in circumference in the superior part of the ovary, thickened, triangular, obtuse, (1-) 1.3 -(1.5) mm long; **pistil** branched; **style** cylindrical, of (2-) 4 -(6) mm of length; **lobes of the stigma** 3, smooth on the inside, pilose outside, lobes twisted, revolute, expanded towards the apex, furrowed in the internal face, emarginate apex, (2.5-) 4.1 -(5) mm long; **fruit** erect in youth, hanging at maturity, peduncle very short, pedicel slightly arquite, cuneate, long and flattening, winged, (2.2-) 3.1 -(4) cm long, (0.7-) 1.1 -(2) cm wide.

PHENOLOGY: Blooms from the end of May to June; fructifies from June to January.

HABITAT: It inhabits in regions with deciduous tropical forest and thorn forest; 5 to 400 m.

DISTRIBUTION: From the State of Oaxaca in Mexico, to Guatemala and Costa Rica.

USES: It is used locally to cure sicknesses as diabetes and gastric ulcer.

VERNACULAR NAMES: Cuachalala, Cuachalalate.

OBSERVATIONS: In Oaxaca State *A. simplicifolium* is found in the municipality of Totolapan in thorn forest with columnar cactus, where it produces simple leaves predominantly, to the region of the Istmo de Tehuantepec, where is more abundant, in fact form pure mases of vegetation that seem an *Amphipterygium* forest, there

predominate leaves with three leaflets; there are leaves of five leaflets in both regions, but less frequently. *A. simplicifolium* has a very particular geographic distribution isolated from the other species; differing from them by the relation long/wide of the terminal leaflets, that is 1.1-1.3, compared with *A. adstringens* 0.85-2.1, *A. glaucum* 1.4-2.0 and *A. molle* 2.6-2.8, simple leaves presence; by its indumentum, and fruit form and size, that is smaller and wider than in the other species.

EXAMINED SPECIMENS: MEXICO: OAXACA. SAN PEDRO TOTOLAPAN; Sobre la carretera a Tehuantepec, a 2 o 3 km de Totolapan, 11-VI-2001, X.M. Cuevas-F., M.A. Fregozo-S. y T.K. Fregozo-C. 65-71 (IBUG). EL CAMARÓN; Carretera El Camarón-San Bartolo, 11-VI-2001, X.M. Cuevas-F., M.A. Fregozo-S. y T.K. Fregozo-C. 72 (IBUG); Along highway to Tehuantepec, short tree forest, Howard Scott Gentry 12160, 17190 (ARIZ). SALINA CRUZ; Playa de Salina Cruz, 18-X-1719, Distrito de Tehuantepec, Conzatti 3672 (MEXU); Camino a playa La Ventosa, cerro al lado del camino, bosque tropical caducifolio, 12-VI-2001, X.M. Cuevas-F., M.A. Fregozo-S. y T.K. Fregozo-C. 73-75 (IBUG); 5 km al N de La Ventosa por la carretera a Salina Cruz, bosque tropical caducifolio, 40 m s.n.m., 4-I-1982, M. Chazarro et al. 5266 (MICH). SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC; 7 km carretera Tehuantepec-Juchitán, bosque tropical caducifolio, 12-VI-2001, X.M. Cuevas-F., M.A. Fregozo-S. y T.K. Fregozo-C. 76-82 (IBUG); Istmo de Tehuantepec, 11.7 km E of Tehuantepec by rd along hwy 190 toward Juchitán, graded selva baja caducifolia, 100 m s.n.m., 4-VII-1976, Gary J. & Mary E. Breckon 2061 (MICH). JUCHITÁN DE ZARAGOZA; Ruta 190, ca 20 km al NE de Juchitán, entre La Ventosa y La Venta, selva baja caducifolia, 50-100 m s.n.m., 11-XII-1980, David H. Lorenza 3052 (MEXU); A 19 km al SE de Juchitán, o a 4 km sobre la desviación a Tuxtla Gutiérrez, selva baja caducifolia, 115 m s.n.m., 26-XI-1977, Delgado 749 (MICH). SANTO DOMINGO; Cazadero, bosque tropical caducifolio, 12-VI-2001, X.M. Cuevas-F., M.A. Fregozo-S. y T.K. Fregozo-C. 83-86 (IBUG); Carretera Santo Domingo-San Pedro Tapanatepec, en la desviación a La Blanca, bosque de Amphipterygium, 14-VI-2001, X.M. Cuevas-F., M.A. Fregozo-S. y T.K. Fregozo-C. 87-98 (IBUG). SAN PEDRO PUCHUTLA; 5 km al N de Puerto Ángel, sobre la carretera a Pochutla, 25-XI-1965, Rzedowski 21764 (EPN). GUATEMALA: ZACAPU, 12 km al NE de el Rancho camino a Puerta Barrica, 150 m s.n.m., selva baja caducifolia, 14-XI-1966, E. Martinez S. 19211 (BM); CHIQUIMULA,

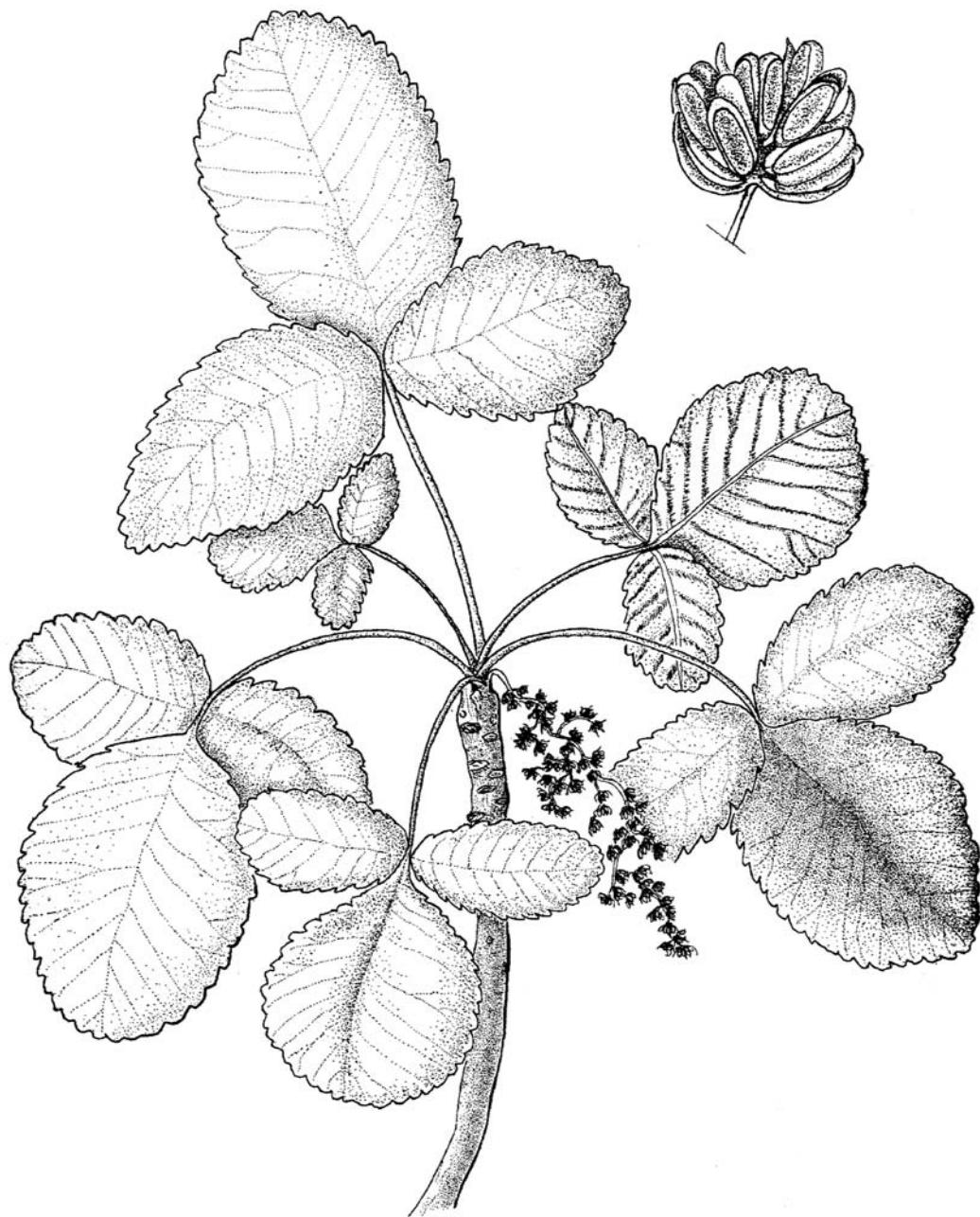


Figure 14. Male specimen of *A. simplicifolium*.

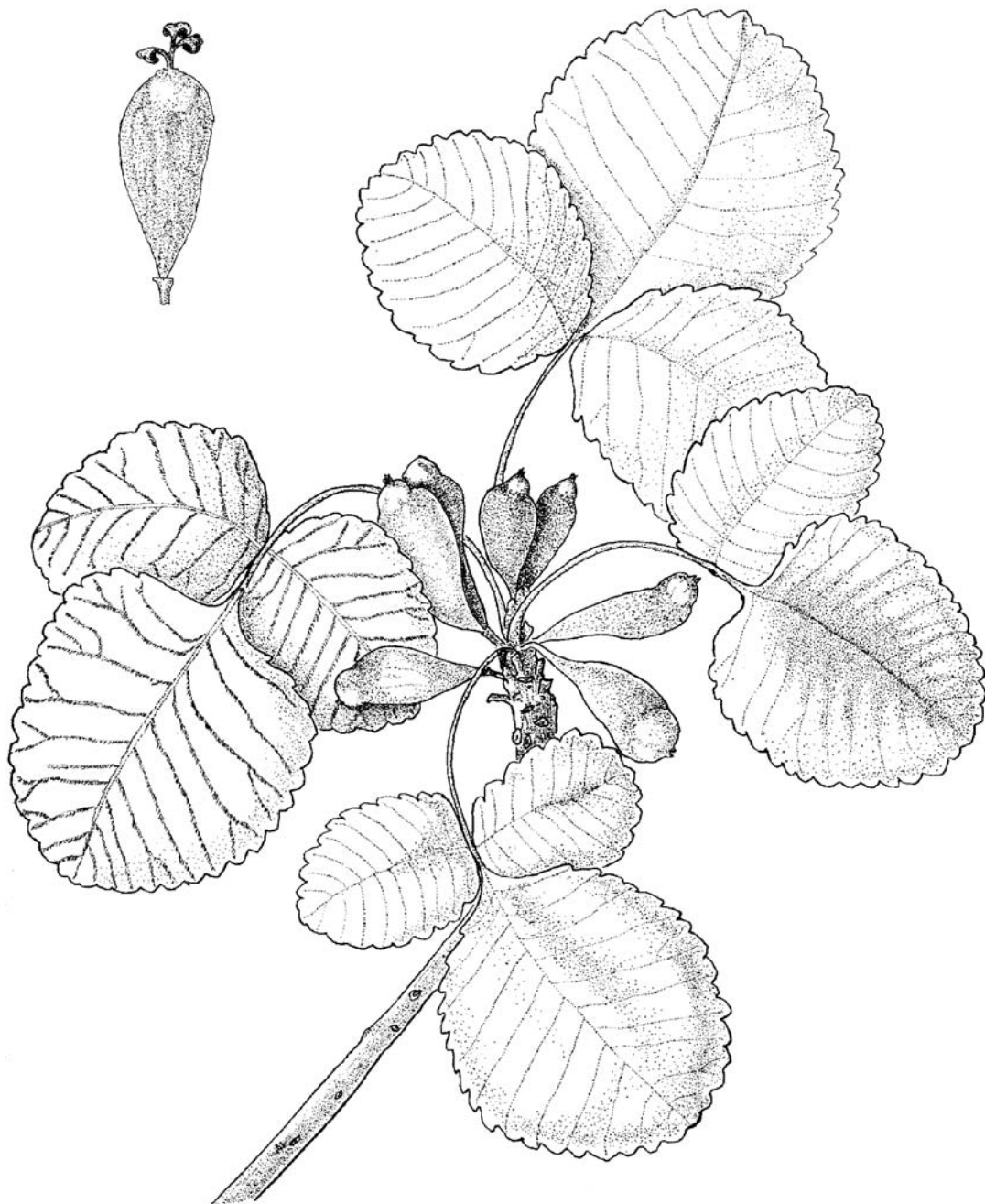


Figure 15. Female specimen of *A. simplicifolium*.

between Ramírez and Cumbre de Chiquimula, on road between Chiquimula and Zacapan, 400-600 m., *Paul C. Standley 74542* (G).

Diferences among *Amphipterygium* species by AFLP molecular markers

The technique AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) (Vos et al. 1995) is based on the analysis of nuclear DNA, and has proven to be a powerful tool to know relationships among taxonomic groups by its capacity to reveal a great amount of polymorphisms in controlled and highly efficient reactions (Phang 2000).

AFLP markers have been used in studies of species phylogeny and evolution (Zhang 2001), as well as in the knowledge of distribution and extension of the genetic variation inter- and intra-specific, because it allow us to establish the relationships among wild species and their ancestors (Hodgkin 1995).

The objective of apply a molecular markers technique in this work is to establish measurable differences among the species of *Amphipterygium* and to know their associations. Particular emphasis is made in the separation of *A. adstringens* ssp. *simplicifolium*.

Materials and methods

PLANT MATERIAL

The vegetal material for AFLP analysis was obtained from dried specimens at the herbarium of the Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG), and fresh material collected in the States of Oaxaca and Morelos (table 1).

Table 1. Plant material.

Species	Locality	State	Source
<i>A. glaucum</i>	Santiago	Colima	<i>X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S 36</i>
<i>A. molle</i> (C)	Cuxpala	Zacatecas	<i>X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S 9</i>
<i>A. molle</i> (PV)	Pueblo viejo	Zacatecas	<i>X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S 12</i>
<i>A. adstringens</i> (Z)	Zacoalco de Torres	Jalisco	<i>X.M. Cuevas-F. et M.A. Fregozo-S 12</i>
<i>A. adstringens</i> (M)	Colatlan del Rio	Morelos	In vivo
<i>A. adstringens</i> (Q)	Quiotepec	Oaxaca	In vivo
<i>A. adstringens simplicifolium</i> (T)	Totolapan	Oaxaca	In vivo
<i>A. adstringens simplicifolium</i> (J)	Juchitan	Oaxaca	In vivo

DNA EXTRACTION

Approximately 100 mg of leaf tissue was used; total extraction of genomic DNA was done following the protocols in the Nucleon Phytopure extraction and purification kit (Amersham, Life Science).

The obtained DNA was dissolved in 100 µl of the buffer (TRIS 1M 1%, EDTA 0.25M 0.4%), and its quality was evaluated by electrophoresis in 1% (p/v) agarose gel, to 100 V.

AFLP PROCEDURE

The AFLP technique was carried out according to the integrated kit AFLP™ system-I and AFLP™ starter kit protocol (GibcoBRL, Life Technologies). Eleven primer combinations were tried at random (table 2). For fragment separation, each sample was mixed with 5 µl of load solution (bromophenol blue 0.025%, xylene cyanol 0.025%, EDTA 10 mM and formamide 98%) and became denaturalized to 90° C during three minutes. A 6.5 µl aliquot of each sample was deposited in a system of 38 × 40 cm SequiGen® (GT Nucleic Acid Electrophoresis Cell, BIO-RAD) for its separation by electrophoresis in 6% polyacrylamide gel. The migration was made to 60 W during 80 min, the fragments were visualized by silver nitrate technique (Briard 2000).

DATA ANALYSIS

Gels were explored with the Cross Checker program (Buntjer and Otsen 1999), and the results were confirmed by visual inspection, assigning values of 1/0 for presence and absence, respectively. The similarity coefficient was calculated with Jaccard equation: $Jaccard_{xy} = [a/(a+b+c)]$, where *x* and *y* are the genotypes that will be compared; *a* is the number of markers

presents in both; *b* is the number of markers presents in *x* and absentees in *y*; and *c* is the number of markers presents in *y* and absentees in *x*.

The genetic diversity estimates (GDES) were calculated as $GDES = \text{Jaccard-1}$, generating a genetic distance matrix that was analyzed with Kitsch program of the Phylip package (Felsenstein 1993). Finally, was generated a dendrogram that allows to appreciate the relationships among the tested genotypes, with the TreeView software (Page 1996).

Results and discussion

AFLP ANALYSIS

The used primer combinations generated 227 out of 270 markers polymorphic, with 25 bands average by gel, and 84.1% of polymorphisms. Were displayed unique markers for species.

The obtained data from gels were used to generate a genetic distances matrix successively to construct a dendrogram which shows the similarity between the species.

In the dendrogram (figure 17) various clusters can be observed, each one corresponding to one species likewise can be observed two main clusters, one consisting of *A. adstringens* ssp. *simplicifolium* (J) and (T) genotypes, and the second with the other species.

The intraspecific and interespecific relationships were clearly observed by means genetic distances (table 3) with values from 0.25 to 0.39 for intraspecific and from 0.47 to 0.68 for interespecific, which demonstrate

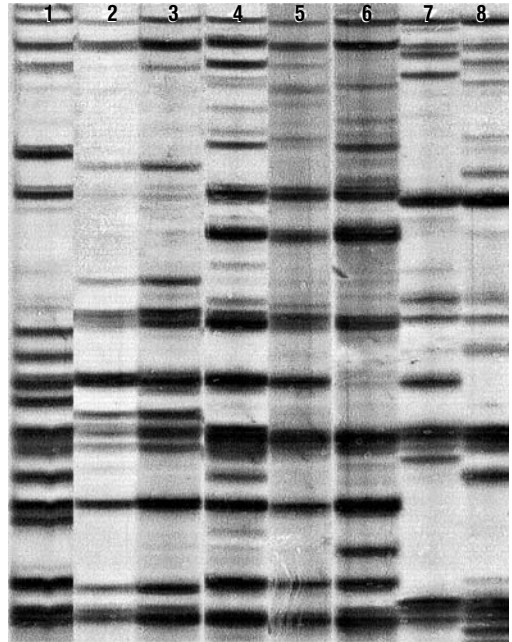


Figure 16. AFLP molecular markers of *Amphipterygium*; 1. *A. glaucum*; 2, 3. *A. molle* (C), (PV) respectively; 4, 5, 6 *A. adstringens* (Z), (M), (Q) respectively; 7, 8. *A. adstringens simplicifolium* (T), (J) respectively.

that genetic distances obtained from AFLP markers are useful to separate the species of *Amphipterygium* (figure 18-21).

Table 2. Specific AFLP markers in *Amphipterygium*.

Primer combination	Total number of markers	Polimorphic markers	<i>A. simplicifolium</i>	<i>A. adstringens</i>	<i>A. molle</i>	<i>A. glaucum</i>
AAC-CAC	12	9				3
ACA-CAA	10	0				
ACC-CTA	17	15	1		1	2
ACC-CTT	31	28	3		4	1
ACT-CAA	49	44	3	1	4	5
ACT-CAG	29	23	4			5
ACT-CTG	22	18				
AGC-CAA	36	26		1	1	1
AGG-CAT	31	28	4	3	1	
AGC-CTT	18	11				
AAC-CAG	15	12				
Total	270	227	3		1	

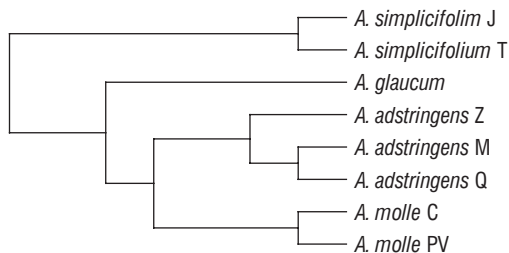


Figure 17. Dendrogram of the species of *Amphipterygium*.

The highest similarity was observed between *A. glaucum* and *A. adstringens* with GDES of 0.47, which corroborates the proximity observed between them by pollen analysis (Jiménez-R. and Cuevas-F. 2001) where they are grouped with base in their diameter and polar view, morphologically it could be observed in the resemblance in the leaflet form (see the key). Otherwise *A. adstringens* and *A. molle* show GDES = 0.52, which locates it distant from the *A. glaucum*-*A. adstringens* complex.

A. adstringens ssp. *simplicifolium* is the more dissimilar taxon displaying GDES values from 0.54 to 0.68; which shows the difference between this and the other species and supports the idea of its arrangement as a good species.

In this study, AFLP molecular markers have been very useful to confirm the separation of the species, as well have shown a great distance between *A. simplicifolium* and the other taxa.

Acknowledgments

I want to thanks to Aarón Rodríguez Contreras, Mollie Harker, Roberto González Tamayo, Rogers Mc Vaugh and Servando Carvajal for the revision of this article and their good ideas to improve it, my gratitude for Roberto González Tamayo for the help offered for the research on Julianiaceae family, my appreciation also to Marco A. Fregozo Santiago for the field work and the financial aid for this work, and to T. Kuetzpallin Fregozo by his contribution in plant collect. ❖

References

- ALCOCER, G.V. 1907. «Las Julianiaceas, Nuevo Orden Natural en la Flora Mexicana». *Anales del Museo Nacional*, Segunda época, tomo IV: 316–326, Imprenta del Museo Nacional, México, D.F.
- ARGUETA, A.V. 1994. *Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana*. Instituto Nacional Indigenista. México, D.F.
- BRIARD, M., V. LE CLERC, D. GRZEBELUS, D. SENALIK AND P.W. SIMON. 2000. «Modified protocols for rapid carrot genomic DNA extraction and AFLP analysis using silver stain or radioisotopes». *Plant Molecular Biology Reporter* 18: 235–241.
- BUNTIJER, J. AND M. OTSEN. 1999. *Cross Checker provides computer-assisted marker interpretation*. J A G Vol. 4.
- CUEVAS, F. X. 2001. *La familia Julianiaceae en el estado de Jalisco, México*. Colección Flora de Jalisco. Universidad de Guadalajara. Vol. 11. Guadalajara, Jalisco, México.
- FELSENSTEIN, J. 1993. *PHYLP* (Phylogeny Inference Package), version 3.6a2, Distributed by the autor. Department of Genetics. University of Washington. Seattle. Available from <http://evolution.genetics.washington.edu/phylip.html>.

Table 3. Genetic distances among the species of *Amphipterygium*.

	<i>A. simplicifolium</i> J	<i>A. simplicifolium</i> T	<i>A. adstringens</i> M	<i>A. adstringens</i> Q	<i>A. adstringens</i> Z	<i>A. molle</i> C	<i>A. molle</i> PV
<i>A. simplicifolium</i> J	0.25						
<i>A. simplicifolium</i> T	0.54	0.57					
<i>A. adstringens</i> M	0.56	0.59	0.32				
<i>A. adstringens</i> Q	0.55	0.56	0.38	0.39			
<i>A. adstringens</i> Z	0.61	0.60	0.53	0.52	0.52		
<i>A. molle</i> C	0.68	0.66	0.59	0.56	0.54	0.32	
<i>A. molle</i> PV	0.63	0.61	0.59	0.57	0.47	0.58	0.60
<i>A. glaucum</i>							



Figure 18. *Amphipterygium molle* Pringle 4002 (GH).



Figure 19. *Amphipterygium adstringens* Gentry 10926 (ARIZ).



Figure 20. *Amphipterygium simplicifolium* Gentry 12160 (ARIZ).



Figure 21. *Amphipterygium glaucum* G. Castillo 6013 12160 (MEXU).

- HEMSLEY, W.B. ET J.N. ROSE 1903. «Diagnoses specierum generis Juliania, Schlecht., Americae tropicae». *Ann Bot.* Vol. **XVII**, No. LXXVI, 443-447.
- HEMSLEY, W.B. 1906. «On the Julianiaceae, a New Natural Order of Plants». *Proceedings of the Royal Society* **78**: 231-236.
- HODGKIN, T. 1995. «Some current issues in the conservation and use of plant genetic resources». In: Ayad, W.G., Hodgkin, T., Jaradat, A., and Rao, V.R. (eds.). 1997. *Molecular genetic techniques for plant genetic resources*, IPGR, Rome, Italy, 137 p.
- JIMÉNEZ, R. N., AND X. M. CUEVAS-F. 2001. «Morfología del polen de *Amphipterygium* Schiede ex Standley (Julaniaceae)». *Boletín IBUG* **7**(1-3): 65-73.
- MARTÍNEZ, M. 1979. *Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas*. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- MCLENACHAN, P.A., K. STÖCKLER, R.C. WINKWORTH, K. MCBREEN, S. ZAUNER, AND P.J. LOCKHART. 2000. «Markers derived from amplified fragment length polymorphism gels for plant ecology and evolution studies». *Mol. Ecol.* **9**: 1899-1903.
- PAGE, R.D.M. 1996. «Treeview: An application to display phylogenetic trees on personal computer». *Computer Applications in the Bioscience* **12**: 357-358.
- PHANG, L.J., R. KIEV, A. HAYS, A. KEE, L.H. GAN AND Y. GAN. 2000. «Intergeneric and interspecific relationships in Araceae tribe Caladidae and development of molecular markers using Amplified Length Polymorphism (AFLP)». *Ann. Bot.* **85**: 371-378.
- RZEDOWSKI, J. 1981. *Vegetación de México*. reimp. Ed. Limusa, México.
- RZEDOWSKI, J.R. Y R. MCVAUGH. 1966. *La Vegetación de Nueva Galicia*. Contributions from the University of Michigan Herbarium. **9**(1): 1-123.
- SAWKINS, M.C., B. L. MAASS, B.C. PENGELLY, H.J. NEWBURY, B.V. FORD-LLOYD, N. MAXTED, AND R. SMITH. 2001. «Geographical patterns of genetic variation in two species of *Stylosanthes* Sw. using amplified fragment length polymorphism». *Mol. Ecol.* **10**: 1947-1958.
- STANDLEY, P.C. 1923. «Trees and shrubs of Mexico». *Contributions of the U.S. National Herbarium* **23**(3): 672-673.
- STANDLEY, P. C. & STEYERMARK, J. A. 1952. «Flora of Guatemala». *Fieldiana: Botany* **24**: 175-177.
- STERN, W.L. 1952. «The comparative anatomy of the xylem and the phylogeny of the Julianiaceae». *Am. J. Bot.* **39**: 220-229.
- VOS, P., R. HOGERS, M. BLEEKER, M. REIJANS, T. VAN DE LEE, M. HORNES, A. FRUITERS, J. POT, J. PELEMAN, M. KUIPER, AND M. ZABEAU. 1995. «AFLP: a new technique for DNA fingerprinting». *Nucleic Acids Res.* Vol. **23**, **21**: 4407-4414.
- YOUNG, D.A. 1976. «Flavonoid chemistry and the phylogenetic relationships of the Julianiaceae». *Syst. Bot.* **1**(2): 149-162.
- ZHANG L., H.P. COMES, AND J.W. KADEREIT. 2001. «Phylogeny and quaternary history of the european montanae/alpine endemic *Soldanella* (Primulaceae) based on ITS and AFLP variation». *Am. J. Bot.* **88**(12): 2331-2345.

Fecha efectiva de publicación
diciembre 29 de 2006

Estructura anatómica de los pecíolos de especies americanas del género *Ficus* L. (Moraceae)

SERVANDO CARVAJAL¹ Y LARISA K. SHABES²

¹Instituto de Botánica, Departamento de botánica y zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apartado postal 1-139, Zapopan 45101, Jalisco, México
Correo electrónico: scarvaja@cucba.udg.mx

²Cátedra de Botánica, Universidad Pedagógica A. L. Herten del Gobierno Ruso, Ul. Moyka 48, San Petersburgo 191164, Rusia.

Resumen

Con el objeto de conocer la estructura anatómica de los pecíolos en el género *Ficus*, se hizo, en 1993, una investigación en 35 especies americanas. Para ello, se recolectaron muestras de pecíolos de ejemplares de los herbarios CHAPA, IBUG, ENCB, LE, MEXU y XAL, y se prepararon para ser examinadas al microscopio. Se encontró que existen características de diagnóstico suficientes no sólo para separar a las especies entre sí, sino también para reconocer a los dos subgéneros en que está dividido el género *Ficus* en América. Se presentan claves de identificación y se ilustran cada una de las especies. Asimismo, el análisis de la distribución de los haces fibrovasculares nos permitió hacer un diagrama hipotético de la tendencia evolutiva del sistema vascular de las especies estudiadas.

Palabras clave: Pharmacosycea, Urostigma, fibrovascular, drusas, cristales, pigmentos, filogenia.

Abstract

A study of 35 American species of *Ficus* was made in 1993 to determinate the anatomical structure of their petioles. Samples and permanent preparations of petioles of herbarium specimens from CHAPA, ENCB, IBUG, IEB, LE, MEXU, and XAL were used for microscope observations. Sufficient diagnostic evidence was apparent to be able to distinguish each species as well as the subgeneric groups represented in these American species. Identification keys and an illustration from each species are presented. In addition, the analysis of the distribution of vascular bundles allowed us to design a hypothetical diagram illustrating the evolutionary tendencies of the vascular system base on the studied species.

Key word: Pharmacosycea, Urostigma, vascular bundles, druses, crystals, pigments, Phylogeny.

Introducción

Desde hace más de un siglo se aplica el análisis de la estructura interna de los órganos de las plantas con fines taxonómicos. Metcalfe (1968) estableció que la anatomía de los órganos vegetativos de las angiospermas pueden ser útiles desde el punto de vista taxonómico en los casos siguientes:

1. La identificación de material fragmentario,
2. La identificación preliminar de ejemplares de herbario y,
3. Como una herramienta para establecer las afinidades de taxones a nivel específico o superior. Es importante, además, para hacer una diagnosis de los caracteres taxonómicos que permita distinguir y separar un género de otro o una especie de otra y al mismo tiempo coadyuva a la comprensión de las afinidades evolutivas de las plantas.

En la actualidad, la aplicación del método anatómico en la taxonomía tiene un amplio reconocimiento y la cantidad de información de los estudios sobre la estructura anatómica de los órganos de los diferentes grupos de plantas, crece año con año, véanse como ejemplos: Agbagwa & Ndukwu 2004; Carr & Carr 1959; Castro-Díez et al. 1998; Cornelissen 1999; Cutler 1987; D'Arcy & Keating 1979; Dickison & Weitzman 1996; Elisens 1985; Endress et al. 2000; Fairbairn & Lou 1950; Kratzova & Carvajal 1995; Lucansky & White 1974; Melo-de-Pinna & Menezes 2002; Metcalfe & Chalk 1950; Olivera & Sajo 1999; Scatena et al. 2005; Schwarzwaldner & Dilcher 1991; Solomon 1983; Stacy 1965; Stuessy 1989; Stern & Brizicky 1958; Theobald 1967; Xiao et al. 2004 y Zavada & Kim 1996, entre otros.

Desde el último cuarto del siglo pasado y hasta el día de hoy, son numerosos los autores que han prestado atención a la estructura anatómica de los pecíolos, por cuanto a que tiene bastante significado para la solución de numerosos problemas relacionados con la sistemática y la filogenia de las plantas, véanse como ejemplos: Bhadane & Vaikos 1999; Bieras & Sajo 2004; Borhidi 2005; Compton 1909; Decaer 1967; Dickison 1978; England & Attiwill 2006; Gardner & Lange 2002; Gomes et al 2005; Granada-Chacón & Benítez 2004; Ingole & Patil 2003; Karis 2004; Kamel & Loutfy 2001; Kaplan & Inceoglu 2003; Kocsis & Borhidi 2003; Lotocka & Geszprych 2004; Lyschede 2002; Murillo 2002; Niklas 1999; Pérez & Rebollar 2003; Ogundipe & Wujek 2004; Olowokudejo 1987; Reis et al. 2004; Rodrigues & Machado 2004; Scharaschkin & Doyle 2006; Souza et al. 2004; Shrestha 1992; Trifonova & Zubkova 1990 y Zakorko 1985, entre otros.

Con el fin de buscar nuevos caracteres de diagnóstico, que apoyaran el estudio de la morfología comparativa de las especies mexicanas del género *Ficus* L. (Moraceae), se decidió realizar una investigación de la estructura anatómica de los pecíolos de algunas especies americanas para evaluar la significación y determinar la posible tendencia evolutiva del sistema de conducción.

Los trabajos sobre el estudio de la estructura anatómica de los pecíolos de las especies del género *Ficus* son prácticamente nulos. En el trabajo de Metcalfe y Chalk (1950) por ejemplo, se hace referencia a la anatomía de una especie. Zalesky & Sokolova (1975), se refieren a varias especies de *Ficus* de la sección *Rhizocladus* Endl., mientras que Yunus & Dwivedi (1982) hacen un análisis de la superficie de la hoja (incluido el pecíolo), de algunos *Ficus* asiáticos mediante el uso del microscopía electrónica, al igual que Petrova (1974), pero ésta última con *F. carica* L. Por su parte Sajwan et al., (1977) realizaron un estudio sobre las transformaciones que sufren las hojas de *F. benghalensis* L. durante su vida en el árbol (incluido el pecíolo). En otros trabajos realizados en América, por lo general, los pecíolos se describen como parte del estudio de la anatomía comparada de la hoja (Leitão 1974, 1984; Mello Filho 1963, Mello Filho & Leitão 1975; Mello Filho & Neves 1976, 1978, 1982, 1989; Mello Filho et al. 1980, 1982, 1983, 1990; Neves 1985; Neves & Mello Filho 1986).

La estructura anatómica de un pecíolo no es muy compleja y a primera vista pueden apreciarse, por sus dimensiones, los haces fibrovasculares y su distribución.

Hare, en 1944, ya había reconocido los tres tipos básicos de distribución de los haces fibrovasculares en el sistema de conducción de los pecíolos, a saber:

- a. En «forma de anillo», en donde los haces fibrovasculares (numerosos o no) cuando libres, no tienen entre sí una distancia significativa (véanse más adelante las figuras 3.1, 3.2, 3.7, 3.9, 3.11, 3.17);
- b. En «forma de arco», en donde los haces (numerosos o no) muestran una distancia significativa entre los haces localizados en el lado adaxial, dicha distancia puede ser apenas perceptible, pero en muchas especies es muy notable (figuras 3.3, 3.4, 3.12, 3.16); y,
- c. En «forma de una línea», es decir, en donde el arco es tan abierto que ha perdido su forma y ha adquirido la de una línea (figura 3.33).

Materiales y métodos

Esta investigación se desarrolló de la manera siguiente:

1. Se seleccionaron aquellas especies mexicanas que por ser muy afines presentaron algún grado de dificultad para separarlas; algunas de Centroamérica se estudiaron para fijar sus características y determinar su valor de diagnóstico.
2. Todas las muestras de pecíolos se tomaron de ejemplares de herbario, cuyas especies y datos de colecta se consignan en el Cuadro 1.
3. Los pecíolos se pusieron a ebullición en agua destilada hasta lograr su ablandamiento; en algunos casos el agua se tiñó a causa de los extractivos solubles en este medio.
4. Se hicieron de cuatro a doce cortes transversales de la parte media con un microtomo modelo АБЛ-145. El número de cortes estuvo en función de la longitud del pecíolo. Después se tiñeron con una solución débil de safranina.
5. Para su análisis se utilizó un microscopio marca Karl Zeiss, equipado con una cámara fotográfica y cámara lúcida para confeccionar los dibujos esquemáticos de la distribución de tejidos.

Esta investigación se desarrolló en el período comprendido de febrero a mayo de 1993. La preparación de las muestras se hizo de manera permanente y están depositadas en la Cátedra de Botánica de la Universidad Pedagógica A. L. Herten, en San Petersburgo, Rusia.

Cuadro 1. Lista de especies estudiadas.

Especie	Localidad de procedencia y herbario
<i>Ficus americana</i> Aubl.	Chiapas: Palenque: Sabana; 14 jul 1939; <i>E. Matuda 3724</i> (MEXU)
<i>Ficus aurea</i> Nutt.	Veracruz: San Andrés Tuxtla: Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas; 110 m; 28 nov 1969; <i>A. Gómez-Pompa 4179</i> (XAL)
<i>Ficus calyculata</i> Mill.	Veracruz: Xalapa: 3 km de Xalapa, por la carretera a El Castillo; 1200 m; 15 ago 1988; <i>M. Cházaro B. 5648</i> (IBUG)
<i>Ficus colubrinae</i> Standl.	Veracruz: Minatitlán: Río Uxpanapa, cerca de los límites con Oaxaca; 180 m; 29 sept 1980; <i>T. Wendt 2771</i> (ENCB)
<i>Ficus cookii</i> Standl.	Chiapas: 10 km al SSE de La Trinitaria; 1200 m; 27 jul 1983; <i>R. Grether 1731</i> (XAL)
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Colima: 40.5 km al NW de Colima, 2 km al S de La Loma; 1100 m; 18 jul 1987; <i>J. A. Vázquez García 4410</i> (LE)
<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	Veracruz: San Andrés Tuxtla: Laguna Encantada a 5 km al NE de San Andrés Tuxtla, por la antigua carretera a Mastagaga; 400 m; 03 jun 1984; <i>J. I. Calzada 10730</i> (LE)
<i>Ficus glyricarpa</i> (Miq.) Miq.	Jalisco: Tecalitlán: 10 km al S de Tecalitlán; 1300 m; 24 jun 1961; <i>J. Rzedowski 15311</i> (ENCB)
<i>Ficus goldmanii</i> Standl.	Sinaloa: Rosario: 20 km al NE de Chilillos; 200 m; 26 jul 1983; <i>E. Martínez S. 4044</i> (MEXU)
<i>Ficus inamoena</i> Standl.	Honduras: Comayagua: La Libertad: Vado Alto; 150 m; 18 Feb 1981; <i>C. Nelson et al. 7670</i> (LE)
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Oaxaca: Santa María Chimalapa: Al W del paso Lagarto del Río Corte, al pie de la roca cerca del río; 180 m; 30 nov 1985; <i>H. Hernández G. 1863</i> (LE)
<i>Ficus isophlebia</i> Standl.	Chiapas: Usumacinta: Entre Soyalo y la Bombana, sobre el camino a Chiacoasen, 10 km al NW de Soyalo; 1067 m; 07 ago 1981; <i>D. E. Breedlove 51998</i> (ENCB)
<i>Ficus jaliscana</i> S. Watson	Zacatecas: Moyahua: Sierra Morones, 4 km de Pueblo Viejo, en el Cerro del Pato; 1500m; 14 feb 1982; <i>S. Carvajal 3497</i> (IBUG)
<i>Ficus jimenezii</i> Standl.	Chiapas: Ocozocuahtla: Rancho La Cruz, camino para el Rancho Corocito, Reserva del Ocote; 660 m; 03 may 1983; <i>J. I. Calzada 9848</i> (LE)
<i>Ficus jonesii</i> Standl.	Jalisco: Tequila: La Toma de Tequila; 1200 m; 08 feb 1987; <i>J. A. Pérez de la Rosa 1289</i> (IBUG)
<i>Ficus lentiginosa</i> Vahl	Jalisco: Puerto Vallarta: Playa de Mismaloya; al nivel del mar; 22 abr 1974; <i>J. M. Fajardo S. s.n.</i> (IBUG 76326)
<i>Ficus lundellii</i> Standl.	Oaxaca: Matías Romero: 6.2 km al S de Esmeralda, sobre el camino al Aserradero La Floresta; 130 m; 01 feb 1981; <i>T. Wendt 3563</i> (MEXU)
<i>Ficus maxima</i> Mill.	Oaxaca: San Miguel Chimalapa: Benito Juárez, Valle del Río Portamonedas, 38 km N de San Pedro Tapanatepec; 900 m; 15 marz 1985; <i>S. Maya J. 1372</i> (CHAPA)
<i>Ficus microchlamys</i> Standl.	Jalisco: Guadalajara: Rocky bluffs of Barranza near Guadalajara; 09 oct 1891; <i>C. G. Pringle 3883</i> (LE)
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	Guerrero: Rincón de la Vía, km 314 de la carretera Mexico-Acapulco, 40 km al S de Chilpancingo; 700 m; 01 mar 1961; <i>H. Kruse s.n.</i> (MEXU)
<i>Ficus oerstediana</i> (Miq.) Miq.	Veracruz: Catemaco: Playa Hermosa; 300 m; 26 nov 1975; <i>F. Ventura A 12150</i> (CHAPA)
<i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq.	Quintana Roo: En el antiguo aeropuerto de Cancun; 16 marz 1981; <i>E. Cabrera C. y S. Zárate 1539</i> (ENCB)
<i>Ficus padifolia</i> Kunth	Chiuhahua: El Limón, Río Mayo; 25 jul 1935; <i>H. S. Gentry 1543</i> (MEXU)
<i>Ficus palmeri</i> S. Watson	Baja California australis: Puerto Escondido; Ostrob protiv kotorogo najoditsia yakori; 29 dic 1841; <i>Wosnessenski s.n.</i> (LE)
<i>Ficus paraensis</i> (Miq.) Miq.	Veracruz: San Andrés Tuxtla: Laguna Escondida, 5 km de Los Tuxtlas; 300 m; 10 oct 1974; <i>J. I. Calzada 1575</i> (XAL)
<i>Ficus pertusa</i> L.f.	Guanajuato: Atarjea: Cerro Veracruz, 8 km al S de Atarjea; 1300 m; 15 nov 1989; <i>E. Ventura y E. López 7647</i> (IBUG)
<i>Ficus petenensis</i> Lundell	Veracruz: Huatusco: Cascada de Tenexamaxa; 700 m; 02 sept 1981; <i>J. I. Calzada 7983</i> (LE)

Cuadro 1. Continuación.

Especie	Localidad de procedencia y herbario
<i>Ficus pringlei</i> S. Watson	Jalisco: Guadalajara: Barranca de Huentitan, Abajo del parque zoológico de Guadalajara; 1500 m; 29 jul 1990; <i>J. J. Guerrero N. 879</i> (IBUG)
<i>Ficus radulina</i> S. Watson	Chihuahua: Batopilas: Ladera S de la Barranca de Batopilas, E de la Bufa, a la orilla del arroyo la Bufa; 1100 m; 30 dic 1973; <i>R. A. Bye 6073</i> (MEXU)
<i>Ficus rzedowskiana</i> Carvajal & Cuevas-Figueroa	Chiapas: Ixtapa: Río Laja, 5 km al N de Ixtapa, camino a Soyalo; 1000 m; 11 may 1973; <i>D. E. Breedlove 35082</i> (MEXU)
<i>Ficus schippii</i> Standl.	Belice: Middlesex; 60 m; 1 sept 1929; <i>W. A. Shipp 334</i> (LE)
<i>Ficus tuerckheimii</i> Standl.	Chiapas: Ocozocuaulla de Espinoza: Cerca de Derna, pared rocosa del cañon del Río de la Venta rumbo a El Chorredadero; 900 m; 16 dic 1972; <i>D. E. Breedlove 30331</i> (MEXU)
<i>Ficus turrialbana</i> Burger	Veracruz: Rancho San Miguel, Tecolutla; 26 jun 1965; <i>L. M. V. de Puga 6009</i> (IBUG)
<i>Ficus velutina</i> H. et B.	Jalisco: San Martín Hidalgo: Sierra de Quila, 1 km al NE de Lagunillas, en el arroyo Palmillas; 1540 m; 10 jun 1990; <i>J. J. Guerrero N. 798</i> (LE)
<i>Ficus yoponensis</i> Desv.	Chiapas: Ocosingo: 800 m al N de Lancaja-Chanzayab; 500 m; 22 sept 1989; <i>M. González E. 773</i> (CHAPA)

Al estudiar la estructura anatómica de los pecíolos de las 35 especies de *Ficus* seleccionadas, se prestó atención especial a los caracteres siguientes:

1. Presencia de inclusiones (cristales aislados, drusas, células que contienen pigmentos) [figuras 1, 2];
2. Distribución del sistema de conducción y su estructura (figura 3);
3. Presencia o ausencia de tejido mecánico (esclerenquima y colénquima) [figura 3], así también como,
4. Forma de los pecíolos en sección transversal [figura 3], y
5. Presencia y tipo de pubescencia [figura 3].

Se encontró que uno de los caracteres más interesantes y de mayor valor de diagnóstico, fue la ausencia o presencia de inclusiones (cristales aislados, drusas, cantidad, calidad y distribución de pigmentos [figuras 1, 2]), el cual nos dio la oportunidad de comprobar que también, desde el punto de vista anatómico, es posible separar al subgénero *Pharmacosycea* del subgénero *Urostigma*.

Resultados

Como resultado de nuestra investigación logramos establecer que es característico para el subgénero *Pharmacosycea* la presencia de drusas (de 5 a 45 en el campo de microscopio a 400×), la ausencia de cristales simples, así como la distribución y tipo de pigmentos. En cambio en el subgénero *Urostigma* es notable la ausencia de drusas o cuando presentes no más de dos,

cristales simples siempre presentes, rara vez cristales simples y drusas ausentes; pigmentos de diferentes tipos, la mayoría de las veces muy abundantes y con una distribución particular de acuerdo a la especie.

Con base en estos caracteres fue posible construir una clave para separar a ambos subgéneros en el género *Ficus*.

1. Drusas en el campo del microscopio (400×) de 5-45 (figuras 1.1, 1.2; 2.1, 2.2), cristales ausentes; pigmentos de color castaño, muy tenues, distribuidos en las capas epidermal y subepidermal; esclerenquima ausente [en *F. yoponensis* se observan algunas células aisladas (figura 3.5)] **Subgénero *Pharmacosycea***
1. Drusas en el campo del microscopio (400×) ausentes, o si presentes no más de 2; cristales siempre presentes (figura 3.3), muy rara vez cristales y drusas ausentes; pigmentos de color tinto, anaranjado y castaño distribuidos uno solo o combinaciones de algunos de ellos por casi todos los tejidos (figura 2); esclerenquima presente, muy rara vez ausente (figura 3) . **Subgénero *Urostigma***

Todas las especies estudiadas del subgénero *Pharmacosycea* pertenecen a la sección *Pharmacosycea* de distribución exclusiva en América. Ellas se pueden dividir en dos grupos de acuerdo a la distribución de los haces fibrovasculares. Tal caracter, amén de otros, fue utilizado por Carvajal y Shabes (1998) para subdividir a esta sección, en dos subsecciones, mismas que fueron validadas por Berg (2006), al añadir otros caracteres diferenciales.

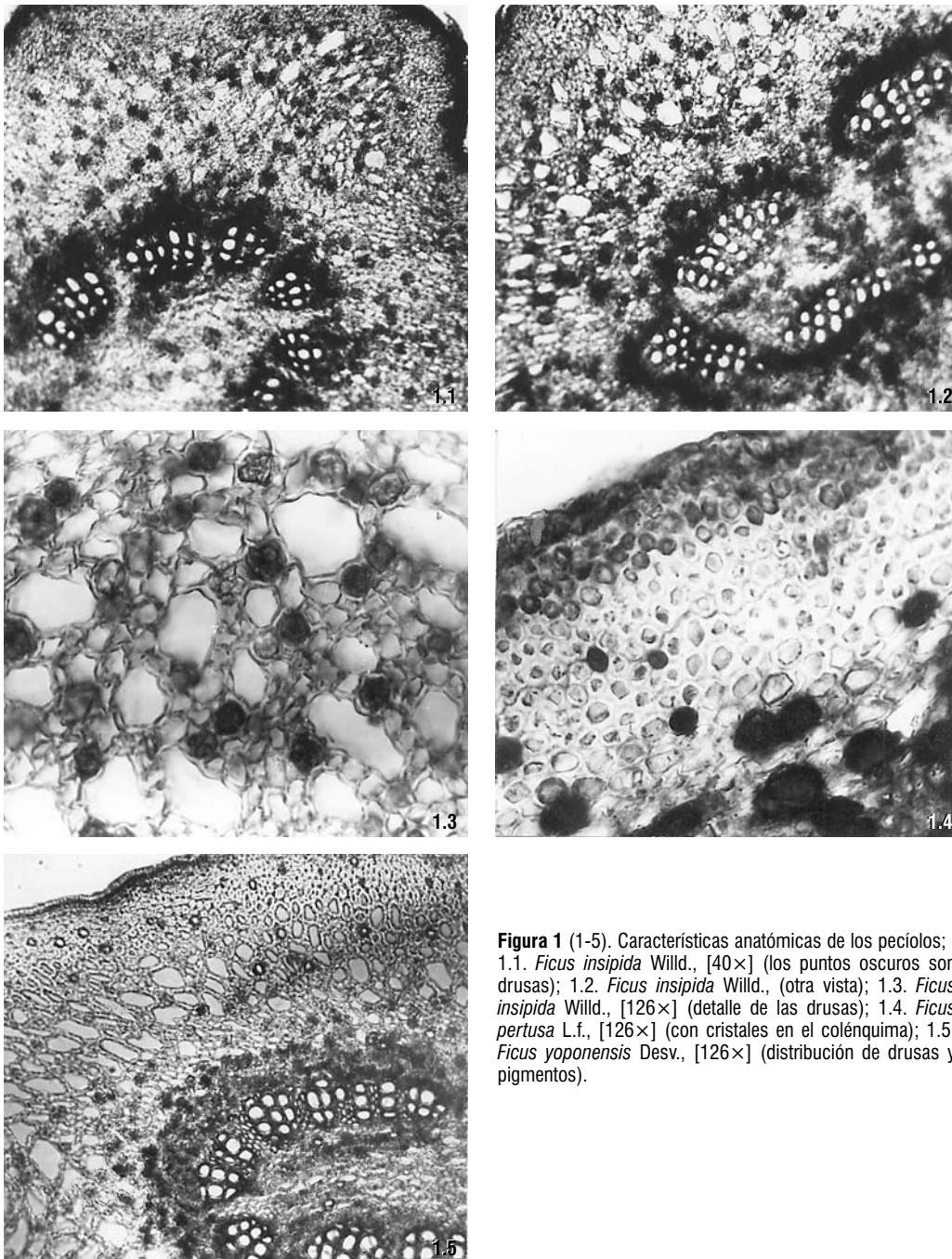


Figura 1 (1-5). Características anatómicas de los pecíolos; 1.1. *Ficus insipida* Willd., [40×] (los puntos oscuros son drusas); 1.2. *Ficus insipida* Willd., [126×] (otra vista); 1.3. *Ficus insipida* Willd., [126×] (detalle de las drusas); 1.4. *Ficus pertusa* L.f., [126×] (con cristales en el colénquima); 1.5. *Ficus yoponensis* Desv., [126×] (distribución de drusas y pigmentos).

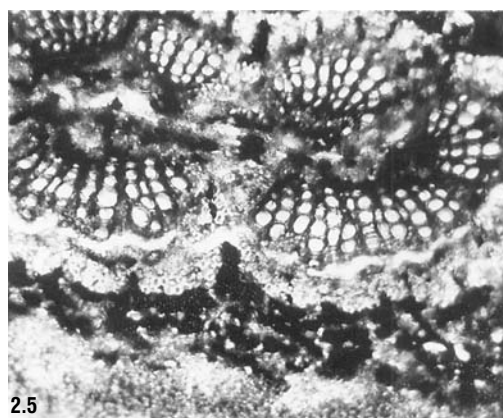
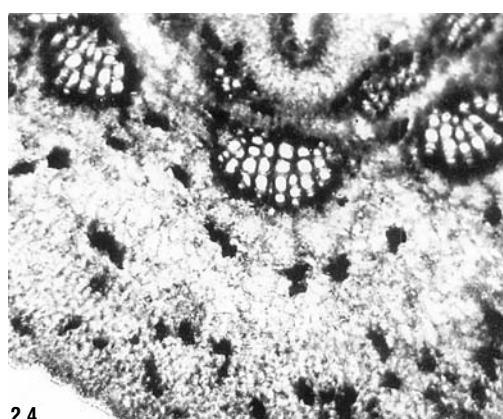
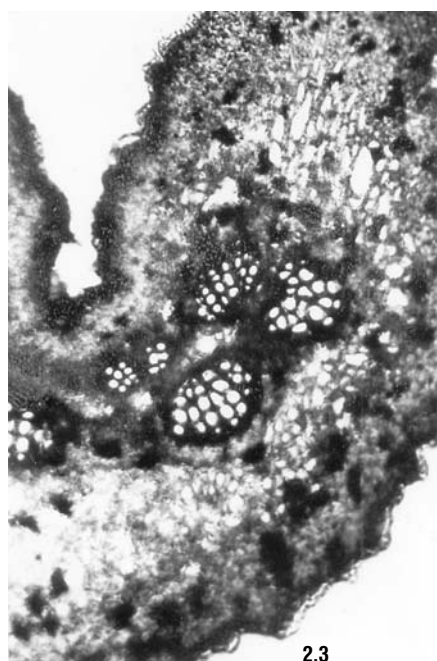
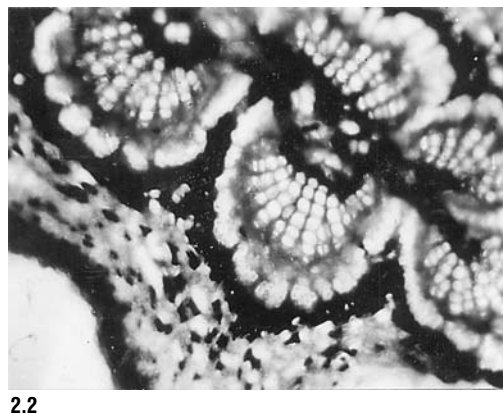
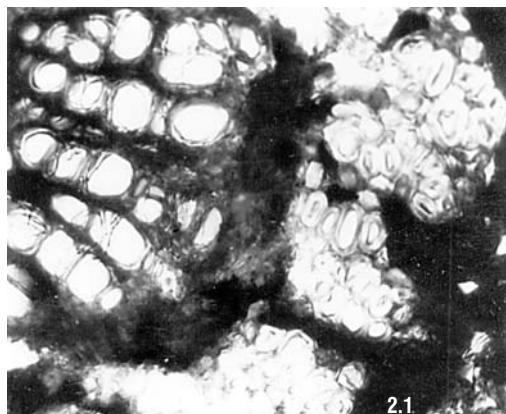


Figura 2 (1-5). Particularidades de la estructura anatómica de los peciolo de especies de *Ficus* [todas las imágenes a 40×, excepto donde se indica]; 2.1. *Ficus isophlebia* Standl., [126×] (haz fibrovascular con una capa fragmentada de esclerénquima); 2.2. *Ficus isophlebia* Standl., (otra vista); 2.3. *Ficus aurea* Nutt.; 2.4. *Ficus aurea* Nutt., (otra vista); 2.5. *Ficus cookii* Standl.

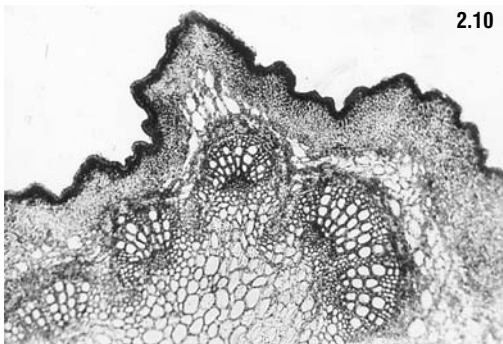
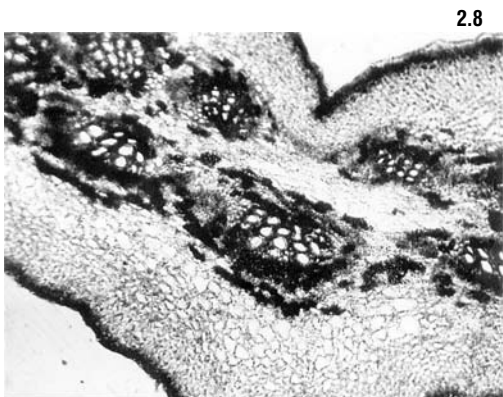
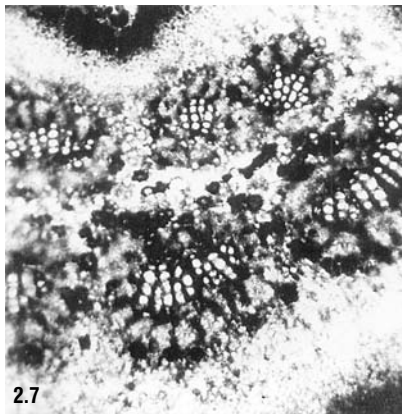
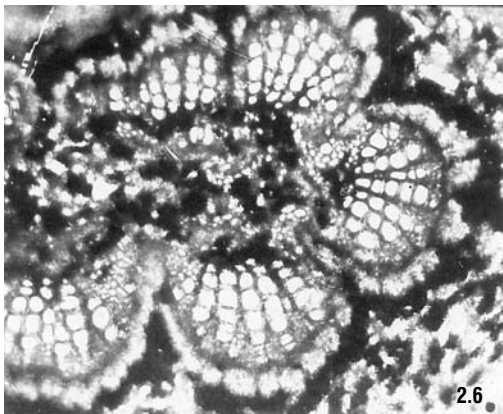
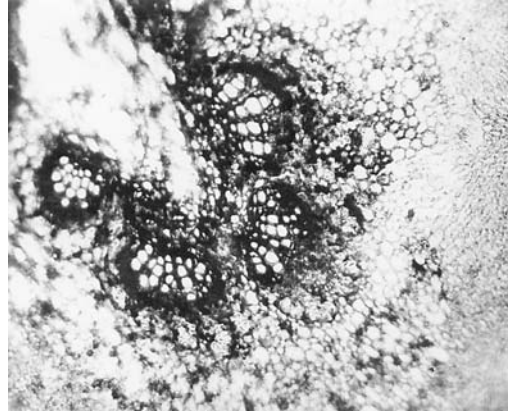
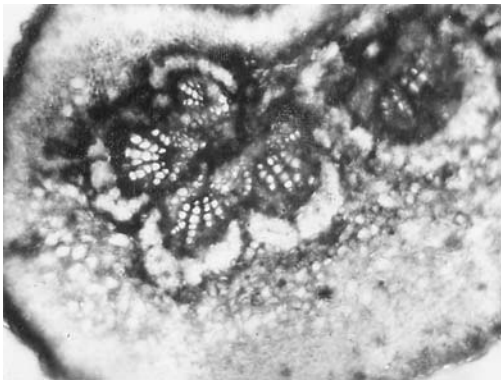


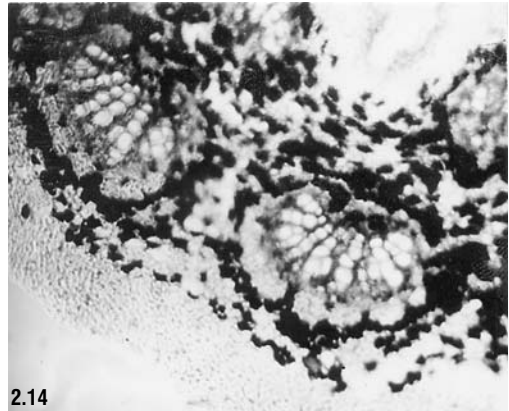
Figura 2 (6-10). Particularidades de la estructura anatómica de los pecíolos de especies de *Ficus* [todas las imágenes a 40×]; 2.6. *Ficus calyculata* Mill.; 2.7. *Ficus colubrina* Standl.; 2.8. *Ficus cotinifolia* Kunth; 2.9. *Ficus jimenezii* Standl.; 2.10. *Ficus lentiginosa* Vahl.



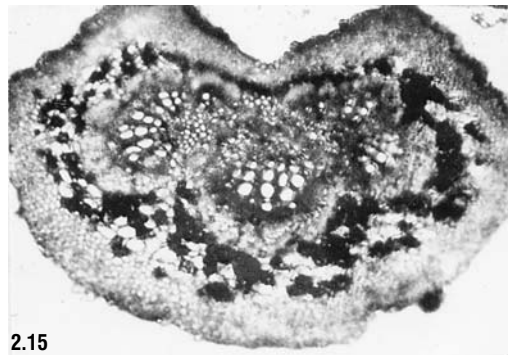
2.12



2.13



2.14



2.15

Figura 2 (11-15). Particularidades de la estructura anatómica de los peciolos de especies de *Ficus* [todas las imágenes a 40×]; 2.11. *Ficus lentiginosa* Vahl, porción abaxial; 2.12. *Ficus microchlamys* Standl.; 2.13. *Ficus ovalis* (Liebm.) Miq.; 2.14. *Ficus obtusifolia* Kunth; 2.15. *Ficus pertusa* L.f.

Las especies del primero de los grupos tienen el sistema de conducción en forma de anillo, con haces fibrovasculares masivos o libres, grandes o de tamaño reducido; esclerenquima prácticamente ausente (figuras 3.1, 3.2, 3.5).

En el segundo de los grupos el sistema de conducción tiene forma de un arco con los haces fibrovasculares escasos o muy numerosos, libres y de diferente tamaño, pero pequeños (figuras 3.3, 3.4). En este grupo del subgénero *Pharmacosycea* el esclerenquima es delgado. La pubescencia en un corte transversal es solo característica de *Ficus radulina* (figura 3.2). La información obtenida nos permite separar a las especies estudiadas de este subgénero de la manera siguiente:

1. Sistema de conducción en forma de arco {Subsect. *Petenenses* Carvajal et Shabes} 2
1. Sistema de conducción en forma de anillo {Subsect. *Bergianae* Carvajal et Shabes} 3
2. Haces fibrovasculares 13; drusas en el campo del microscopio (400×) hasta 10; pecíolo en sección transversal redondo-sulcado con costillas más o menos notables; colénquima distribuido en una capa continua bajo la epidermis (figura 3.3) *F. maxima* Mill.
2. Haces fibrovasculares en número menor, discretos, muy ligeramente separados; drusas en el campo del microscopio (400×) hasta 5; pecíolo oval en corte transversal, con un canal muy ligero en el lado adaxial; debajo de la epidermis se distribuye una capa de parénquima colenquimatoso (figura 3.4) *F. petenensis* Lundell
3. Pecíolo de forma redondo-sulcado; sistema de conducción discreto, con los haces fibrovasculares masivos pero no muy grandes; esclerenquima presente en el lado abaxial, constituido de células aisladas (figura 3.5) *F. yoponensis* Desv.
3. Pecíolo de forma oval-acostillada, con un canal muy ligero en el lado adaxial; sistema de conducción con los haces fibrovasculares masivos de diferentes tamaños; esclerenquima ausente . . . 4
4. Pecíolo pubescente; sistema de conducción formado por 5 haces fibrovasculares masivos, grandes; drusas en el campo de microscopio hasta 10 (figura 3.2) *F. radulina* S. Watson
4. Pecíolo glabro; sistema de conducción formado por 10 haces fibrovasculares masivos; drusas en el campo del microscopio hasta 45 (figura 3.1) *F. insipida* Willd.

El número de especies estudiadas del subgénero *Urostigma* fue mayor y por tanto se observó una mayor variedad en las características de su estructura anatómica.

El subgénero puede ser dividido, a su vez, en dos grupos con base en la distribución del sistema vascular. El primer grupo incluye a todas las especies con el sistema vascular en forma de anillo; su estructura varía de un anillo continuo, hasta 13 haces fibrovasculares libres o colaterales de diversas magnitudes. Muchas especies tienen una capa de células esclerenquimáticas en la base del haz fibrovascular; la forma en el corte transversal del pecíolo es oval o suboval, no presenta un surco en el lado adaxial. Son frecuentes los márgenes con apariencia dentada y se deben a la presencia de estrías longitudinales (figura 3).

Las especies que forman parte del segundo grupo de subgénero *Urostigma* se caracterizan por presentar el mismo plan estructural que el segundo grupo de *Pharmacosycea*, es decir, con el sistema de conducción en forma de arco, con los haces fibrovasculares libres, masivos; no obstante el parecido, las especies se diferencian en el número de haces fibrovasculares y su tamaño; la presencia o ausencia de esclerenquima, por la cantidad y tipo de pigmentos y su distribución y por la forma del pecíolo en un corte transversal. Es característico de este grupo un canal profundo en el lado adaxial. Sólo una especie (*Ficus obtusifolia*) da la apariencia de tener pecíolos alados a causa de que la base de la lámina es decurrente. En ambos grupos del subgénero *Urostigma* el grosor de la capa de colénquima es muy variable.

Los tricomas son de dos tipos:

- a. simples y blanquecinos o amarillentos y,
- b. multicelulares (lineares o capitados, estos muy raros), de color blanquecino, amarillento o rojizo (figura 3).

La combinación de todos los caracteres anatómicos nos dio la oportunidad de construir una clave para determinar todas las especies estudiadas.

1. Sistema de conducción en forma de anillo {Subsect. *Aztkae* Carvajal et Shabes, nom. ined.} 2
1. Sistema de conducción en forma de arco {Subsect. *Villaregales* Carvajal et Shabes, nom. ined.} . . . 13
2. Pecíolo en sección transversal de forma redondo-sulcado; glabro (figura 3.25) . . . *F. schippii* Standl.

2. Pecíolo en sección transversal de forma oval, con costillas leves, rara vez redondos, de pubescente a veces glabro 3
3. Sistema de conducción constituido por un anillo continuo de haces fibrovasculares (figura 3.24) ...
..... *F. jaliscana* S.Watson
3. Sistema de conducción con los haces fibrovasculares discretos o independientes 4
4. Sistema de conducción con los haces fibrovasculares discretos (figura 3.31)
..... *F. palmeri* S.Watson
4. Sistema de conducción con los haces fibrovasculares independientes 5
5. Esclerenquima presente 6
5. Esclerenquima ausente 11
6. Pigmentos de color tinto 7
6. Pigmentos de color castaño 8
7. Esclerenquima muy desarrollado (figuras 1.4; 3.28)
..... *F. velutina* H. et B.
7. Esclerenquima poco desarrollado (figura 3.20) ...
..... *F. microchlamys* Standl.
8. Pigmentos presentes en casi todas las células del parénquima del pecíolo 9
8. Células con pigmentos localizadas sólo en la epidermis o en la capa subepidermal y muy rara vez alrededor del floema 10
9. Pigmentos prácticamente ausentes en la células del colénquima (figuras 2.6; 3.7) .. *F. calyculata* Mill.
9. Células del colénquima saturadas de pigmentos (figuras 2.5; 3.9)..... *F. cookii* Standl.
10. Haces fibrovasculares 10; pecíolo en sección transversal ovalado (figura 3.14)
..... *F. jonesii* Standl.
10. Haces fibrovasculares 13, pecíolo en sección transversal de forma redonda, con costillas (figuras 2.12, 2.13; 3.17)..... *F. lentiginosa* Vahl
11. Haces fibrovasculares 10, pecíolo pubescente, con tricomas simples, unicelulares (figura 3.23)
..... *F. pringlei* S.Watson
11. Haces fibrovasculares 12, pecíolos glabros o con tricomas simples muy dispersos. 12
12. Haces fibrovasculares colaterales; células aisladas saturadas con pigmentos; pecíolo glabro (figura 3.27)..... *F. turrialbana* Burger
12. Haces fibrovasculares concéntricos, anficribrales; prácticamente todas las células están saturadas con pigmentos; pecíolos pubescentes (figura 3.11)
..... *F. glydicarpa* (Miq.) Miq.
13. Tejido mecánico (esclerenquima) que rodea prácticamente los haces fibrovasculares 14
13. Tejido mecánico (esclerenquima) ausente alrededor de los haces fibrovasculares 25
14. Distancia entre los haces fibrovasculares en el lado adaxial muy notable 15
14. Distancia entre los haces fibrovasculares en el lado adaxial no muy significativa 21
15. Pecíolos glabros (figuras 2.11; 3.16)
..... *F. jümenezii* Standl.
15. Pecíolos pubescentes 16
16. Esclerenquima bien desarrollado 17
16. Esclerenquima ligeramente desarrollado. 19
17. Haces fibrovasculares 7 (figura 3.13)
..... *F. inamoena* Standl.
17. Haces fibrovasculares de 9-11 18
18. Pared de las células de la epidermis lignificada; pigmentos de color castaño en células aisladas del parénquima, floema y xilema; haces fibrovasculares 11 (figuras 2.9; 3.10) *F. cotinifolia* Kunth
18. Pared de las células de la epidermis no lignificada; pigmentos de color tinto en las células parenquimatosas alrededor del cilindro central; haces fibrovasculares 9 (figuras 2.15; 3.29)
..... *F. ovalis* (Liebm.) Miq.
19. Pared de las células de la epidermis lignificada; pigmentos de color castaño que saturan a las células parenquimatosas de toda la sección transversal (figuras 2.2, 2.3; 3.5)..... *F. aurea* Nutt.
19. Pared de las células de la epidermis no lignificadas; pigmentos de color tinto presentes en la capa epidermal y subepidermal y en el cilindro central (figura 3.26)..... *F. crocata* (Miq.) Miq.
20. Pigmentos de cualquier tipo ausentes (figura 3.30)
..... *F. padifolia* Kunth
20. Pigmentos de color tinto presentes en las células del parénquima 21

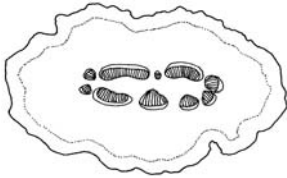
21. Haces fibrovasculares de igual tamaño en el lado adaxial y abaxial del pecíolo 22
21. Haces fibrovasculares en el cilindro central, en el lado adaxial y abaxial del pecíolo de diferentes dimensiones 23
22. Haces fibrovasculares grandes; pigmentos muy abundantes en las células alrededor de los haces fibrovasculares, en el resto de las células escasos (figuras 2.1; 2.2; 3.15) *F. isophlebia* Standl.
22. Haces fibrovasculares de tamaño reducido; pigmentos presentes en células aisladas alrededor del cilindro central (figura 3.35).
 *F. rzedowskiana* Carvajal & Cuevas-Figueroa
23. Cristales simples en casi todas las células; pigmentos presentes en células aisladas alrededor del cilindro central (figuras 2.7; 3.8)
 *F. colubrinae* Standl.
23. Cristales presentes sólo en el colénquima; los pigmentos saturan casi todas las células del cilindro central (figura 3.19) *F. tuerckheimii* Standl.
24. Pecíolo en sección transversal ovalado con un surco profundo en el lado adaxial 25
24. Pecíolo en sección transversal ovalado, muy ancho y angosto, como una línea 28
25. Sistema de conducción discreto 26
25. Sistema de conducción compuesto de haces fibrovasculares definidos 27
26. Pigmentos de color tinto se presentan en todas las células, de manera más intensiva en el colénquima (figura 3.12). *F. goldmanii* Standl.
26. Pigmentos de color amarillo se presentan en muy pocas células aisladas (figura 3.32)
 *F. paraensis* (Miq.) Miq.
27. Pigmentos de color castaño se presentan sólo en el parénquima y alrededor de los haces fibrovasculares; las paredes de las células de la epidermis lignificadas; haces fibrovasculares discretos (figuras 2.16; 3.22) *F. obtusifolia* Kunth
27. Pigmentos de dos tipos: los de color tinto se distribuyen sólo en el parénquima hacia afuera del cilindro central; las células del colénquima están saturadas de pigmentos de color amarillo; las paredes de las células de la epidermis no lignificadas; haces fibrovasculares independientes (figura 3.18) *F. lundellii* Standl.
28. Pecíolo en el corte transversal en forma de una línea; los haces fibrovasculares se distribuyen en una línea, de diversos tamaños (figura 3.33)
 *F. americana* Aubl.
28. Pecíolo en el corte transversal en forma de un arco muy abierto o semicerrado y entonces con un surco profundo en el lado adaxial 29
29. Pecíolo glabro, en sección transversal en forma de un arco muy abierto; haces fibrovasculares 8 (figura 3.21) *F. oerstediana* (Miq.) Miq.
29. Pecíolo pubescente, en sección transversal en forma de un arco semicerrado con un surco profundo en el lado adaxial; haces fibrovasculares 5 (figuras 1.3; 2.17; 3.34) *F. pertusa* L.f.

Discusión

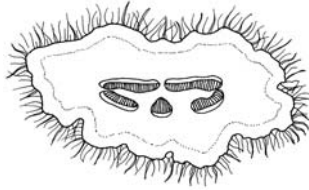
Ficus insipida se diferencia de *F. radulina* en que la primera presenta diez haces fibrovasculares y hasta 45 drusas en el campo del microscopio (a 400×), el pecíolo es glabro; mientras que la segunda tiene cinco haces fibrovasculares y no se observan más de diez drusas en el campo del microscopio, el pecíolo es pubescente.

Ficus crocata tiene doce haces fibrovasculares bien definidos, el colénquima es de grosor medio, el esclerénquima es delgado, presente en la base de los haces fibrovasculares; mientras que *F. goldmanii* tiene siete haces discretos, el colénquima es grueso y no existe esclerénquima.

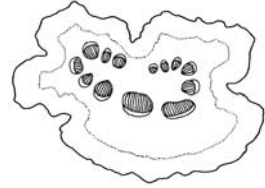
Ficus aurea tiene su sistema vascular en forma de un anillo compuesto de siete haces fibrovasculares, el colénquima es delgado, el esclerénquima se presenta en la base de los haces y las paredes de las células de la epidermis son lignificadas, en tanto que *F. cookii*, con un sistema similar, tiene nueve haces, el colénquima es grueso, el tejido esclerenquimático forma una franja que une a casi todos los haces y las células de la epidermis no están lignificadas. En *F. isophlebia*, *F. jimenezii*, *F. lundellii* y *F. tuerckheimii*, el sistema vascular es en forma de un arco, con nueve haces, el colénquima es grueso (excepto en *F. jimenezii* y *F. lundellii* que es delgado), y el esclerénquima se localiza en la base de los haces (excepto en *F. jimenezii* que es anficribral y en *F. lundellii* que no presenta). Los pecíolos de todas las especies son glabros (excepto *F. lundellii* que es pubescente). Estas cuatro últimas especies, por la forma del sistema de conducción parecen representar una línea evolutiva que no mantiene ninguna afinidad ni con *F. aurea* ni *F. cookii*, según se observa en la figura 4.



3.1. *Ficus insipida* Willd.



3.2. *Ficus radulina* S. Watson



3.3. *Ficus maxima* Mill.



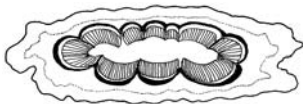
3.4. *Ficus petenensis* Lundell



3.5. *Ficus yoponensis* Desv.



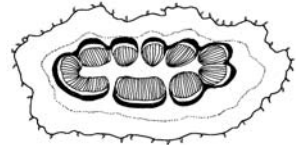
3.6. *Ficus aurea* Nutt.



3.7. *Ficus calyculata* Mill.



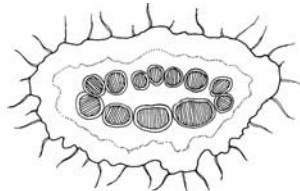
3.8. *Ficus colubrina* Standl.



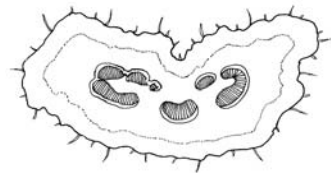
3.9. *Ficus cookii* Standl.



3.10. *Ficus cotinifolia* Kunth



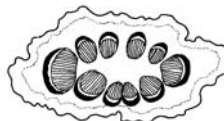
3.11. *Ficus glydicarpa* Standl.



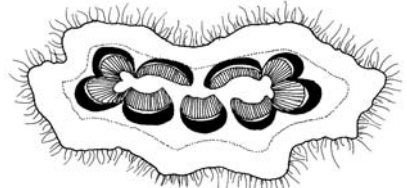
3.12. *Ficus goldmanii* Standl.



3.13. *Ficus inamoena* Standl.



3.14. *Ficus jonesii* Standl.



3.15. *Ficus isophlebia* Standl.

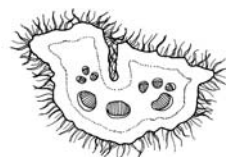
Figura 3 (1-15). Esquemas de los cortes transversales de los peciolo que muestran la disposición del sistema de conducción, del esclerénquima, colénquima y pubescencia [todos a 30×]. ▨▨▨▨ xilema, □ floema, ■ esclerénquima.



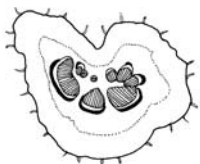
3.16. *Ficus jimenezii* Standl.



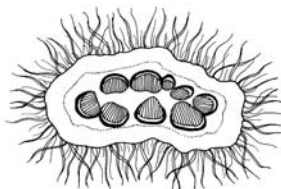
3.17. *Ficus lentiginosa* Vahl



3.18. *Ficus lundellii* Standl.



3.19. *Ficus tuerckheimii* Standl.



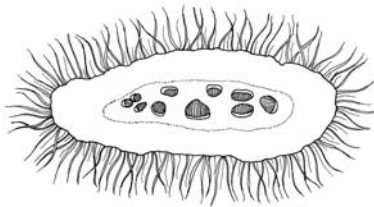
3.20. *Ficus microchlamys* Standl.



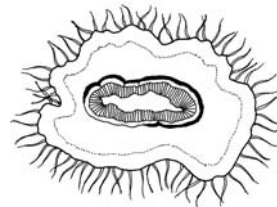
3.21. *Ficus oerstediana* (Miq.) Miq.



3.22. *Ficus obtusifolia* Kunth



3.23. *Ficus pringlei* S. Watson



3.24. *Ficus jaliscana* S. Watson



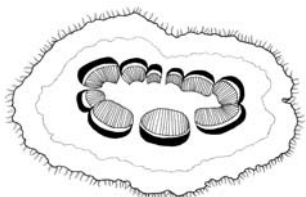
3.25. *Ficus schippii* Standl.



3.26. *Ficus crocata* Miq.



3.27. *Ficus turrialbana* Burger



3.28. *Ficus velutina* H. & B. ex Willd.

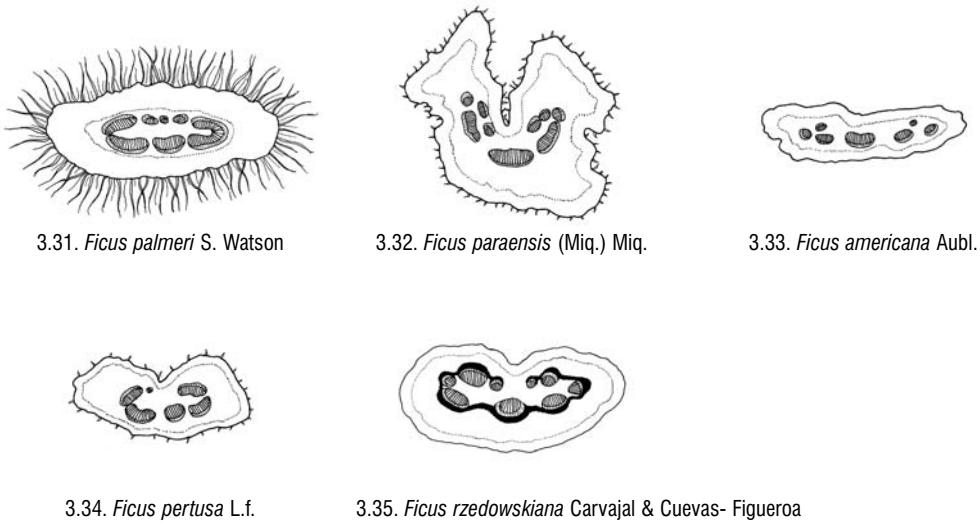


3.29. *Ficus ovalis* (Liebm.) Miq.



3.30. *Ficus padifolia* Kunth

Figura 3 (16-30). Continuación.

3.31. *Ficus palmeri* S. Watson3.32. *Ficus paraensis* (Miq.) Miq.3.33. *Ficus americana* Aubl.3.34. *Ficus pertusa* L.f.3.35. *Ficus rzedowskiana* Carvajal & Cuevas- Figueroa**Figura 3** (31-35). Continuación.

Ficus americana tiene el sistema vascular en forma de una línea con siete haces fibrovasculares, mientras que *F. oerstediana* tiene su sistema en forma de un arco y ocho haces.

Ficus velutina y *F. microchlamys* comparten el sistema de conducción en forma de anillo, y los pigmentos de color tinto, pero la primera tiene diez haces fibrovasculares, libres y contiguos, de dimensiones mayores y una capa gruesa de esclerénquima y colénquima; la pubescencia la constituyen tricomas de tamaño reducido, sensibles al tacto. Mientras que en la segunda, muestra nueve haces fibrovasculares, libres y discretos con una capa delgada de esclerénquima; la pubescencia esta compuesta de tricomas largos, visibles a simple vista. Tales evidencias permite mantenerlas separadas como dos especies.

En el caso de *Ficus pertusa* y *F. padifolia*, la primera tiene ocho haces fibrovasculares y una capa leve de esclerénquima en la base de los haces fibrovasculares, los pigmentos son de color tinto distribuido en el tejido parenquimatoso y de color castaño en unas cuantas células del cilindro central; mientras que en la segunda, se presentan seis haces, no existe esclerénquima y carece de cualquier tipo de pigmento.

El resto de las especies están bien definidas y la información relativa a la estructura anatómica de los pecíolos contribuirá a fortalecer su posición taxonómica.

El análisis de las combinaciones de todos los caracteres estructurales, nos permitió hacer un

diagrama de las posibles tendencias evolutivas de acuerdo al sistema vascular tal y como se aprecia en la figura 4.

Conclusiones

Del estudio de la estructura anatómica de los pecíolos de las especies citadas de *Ficus* podemos concluir:

1. Que es valioso para diferenciar no sólo a las especies sino también a otras categorías supra específicas.
2. Que la combinación de caracteres permitió diferenciar a las especies y considerar la propuesta de separarlas de los complejos y mantenerlas en la categoría específica.
3. Que mediante el análisis de la distribución de los haces fibrovasculares fue posible hacer un diagrama donde de manera hipotética se ejemplifican las posibles tendencias evolutivas del sistema de vascularización.

Agradecimientos

A los curadores de los herbarios su anuencia para tomar muestras de los pecíolos de algunos de los especímenes que tienen bajo su custodia, en especial a Vladimir Dorofiev (LE), Patricia Dávila Aranda (MEXU), Sergio Avendaño (XAL) y Stephen D. Koch (CHAPA), Teresa Germán Pinzón (ENCB) y Jerzy Rzedowski

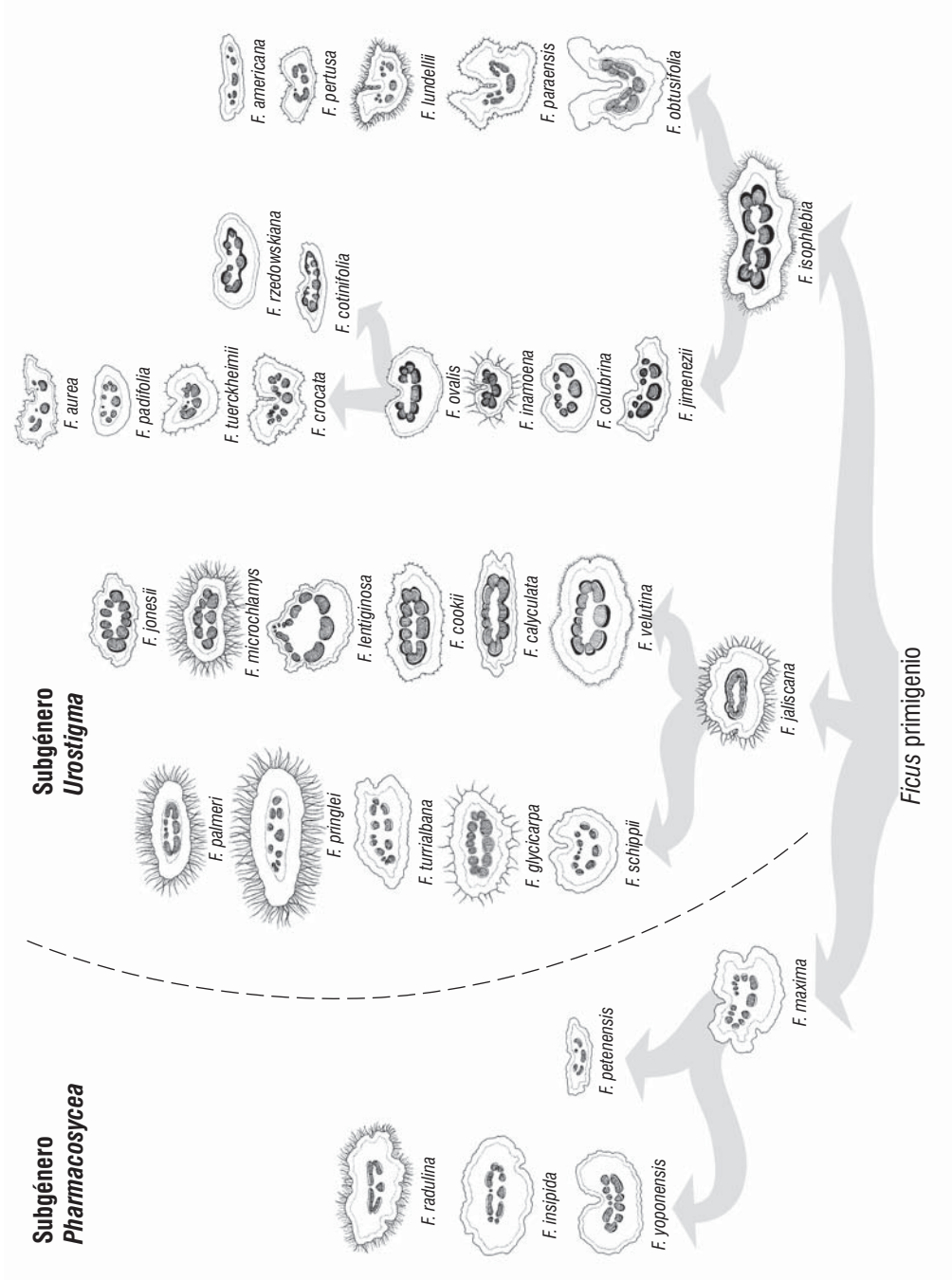


Figura 4. Diagrama hipotético de la posible tendencia evolutiva en el sistema vascular de algunas especies americanas del género *Ficus*.

(IEB). Valerij Xrolenko colaboró de manera eficiente y eficaz en la elaboración de los cortes y las preparaciones permanentes. Irina A. Grudzinskaya y Armen Takhtajan leyeron, en 1993, una versión preliminar de este documento y aportaron recomendaciones muy valiosas; Roberto González Tamayo, Luz María González-Villarreal y Xochitl Marisol Cuevas-Figueroa hicieron una lectura crítica del mecanoscrito y aportaron observaciones acertadas que mejoraron la versión final del documento. Al primero de los autores, B. Ernani Diaz le ha proporcionado información bibliográfica importante relacionada con *Ficus*. A dos revisores anónimos sus comentarios. ❖

Literatura citada

- AGBAGWA, IKECHUKWU O. & BENJAMIN C. NDUKWU. 2004. «The value of morpho-anatomical features in the systematics of *Cucurbita* L. (Cucurbitaceae) species in Nigeria». *African J. Biotechnol.* **3**(10): 541–546.
- BERG, C. C. 2006. «The subdivision of *Ficus* subgenus *Pharmacosycea* section *Pharmacosycea* (Moraceae)». *Blumea* **51**: 147–151.
- BHADANE, V. V. & N. P. VAIKOS. 1999. «Taxonomic significance of the structure of the rachis, petiole and petiolule in Meliaceae». *J. Indian Bot. Soc.* **78**(3–4): 375–378.
- BIERAS, ANGELA C. & MARIA DAS GRAÇAS SAJO. 2004. «Leaf anatomy of *Erythroxylum* P. Browne (Erythroxylaceae) from Cerrado of the state of São Paulo, Brazil». *Acta Bot. Bras.* **18**(3): 601–612.
- BORHIDI, A. 2005. «Estudios sobre Rubiáceas Mexicanas I, Dos especies y una variedad nuevas de los géneros *Arachnothryx* Planch. y *Rogiera* Planch. en Chiapas». *Acta Bot. Hungarica* **47**(1–2): 25–31.
- CARR, D. J. & S. G. M. CARR. 1959. «Floral Morphology and the Taxonomy of *Eucalyptus*». *Nature* **184**: 1549–1552.
- CARVAJAL, S. & L. K. SHABES. 1998. «Two new subsections of American species of the genus *Ficus* L. (Moraceae) Subgenus *Pharmacosycea* Miq. Section *Pharmacosycea*». *Bol. Inst. Bot. Univ. Guadalajara* **6**: 213–217.
- CASTRO-DÍEZ, P., J. P. PUYRAVAUD, J. H. C. CORNELISSEN & P. VILLAR-SALVADOR. 1998. «Stem anatomy and relative growth rate in seedlings of a wide range of woody plant species and types». *Oecologia* **116**(1–2): 57–66.
- COMPTON, R. H. 1909. «The Anatomy of *Matonia sarmentosa* Baker». *New Phytologist* **8**(8): 299–310.
- CORNELISSEN, J. H. C. 1999. «A triangular relationship between leaf size and seed size among woody species: allometry, ontogeny, ecology and taxonomy». *Oecologia* **118**(2): 248–255.
- CUTLER, D.F. 1987. *Root identification manual of trees and shrubs: a guide to the anatomy of roots of trees and shrubs hardy in Britain and Northern Europe*. Chapman and Hall, London. ix, 245 pp. ill.
- D'ARCY, W. G. & RICHARD C. KEATING. 1979. «Anatomical Support for the Taxonomy of *Calophyllum* (Guttiferae) in Panama». *Ann. Missouri Bot. Gard.* **66**(3): 557–571.
- DECKER, JANE M. 1967. «Petiole Vascularization of *Luxemburgiae* (Ochnaceae)». *Amer. J. Bot.* **54**(9): 1175–1181.
- DICKISON, WILLIAM C. 1975. «The Bases of Angiosperm Phylogeny: Vegetative Anatomy». *Ann. Missouri Bot. Gard.* **62**(3): 590–620.
- DICKISON, WILLIAM C. 1978. «Comparative Anatomy of Eucryphiaceae». *Amer. J. Bot.* **65**(7): 722–735.
- DICKISON, WILLIAM C. & ANNA L. WEITZMAN. 1996. «Comparative anatomy of the young stem, node, and leaf of Bonnetiaceae, including observations on a foliar endodermis». *Amer. J. Bot.* **83**(4): 405–418.
- ELISENS, WAYNE J. 1985. «The Systematic Significance of Seed Coat Anatomy Among New World Species of Tribe Antirrhineae (Scrophulariaceae)». *Systematic Botany* **10**(3): 282–299.
- ENDRESS, PETER K., PIETER BAAS & MARY GREGORY. 2000. «Systematic plant morphology and anatomy - 50 years of progress». *Taxon* **49**(3): 401–434.
- ENGLAND, JACQUELINE R. & PETER M. ATTWILL. 2006. «Changes in leaf morphology and anatomy with tree age and height in the broadleaved evergreen species, *Eucalyptus regnans* F. Muell.» *Trees* **20**(1): 79–90.
- FAIRBAIRN, J. W. & T. C. LOU. 1950. «A note on the anatomy of *Dichroa febrifuga* Lour. (Hydrangeaceae)». *New Phytologist* **49**(3): 304.
- GARDNER, RHYS O. & PETER J. DE LANGE. 2002. «Revision of *Pennantia* (Icacinaeae), a small isolated genus of Southern Hemisphere trees». *J. Royal Soc. New Zealand* **32**(4): 669–695.
- GOMES, SANDRA MARIA ALVARENGA, ELDO ANTÔNIO MONTEIRO DA SILVA, JULIO ANTONIO LOMBARDI, ARISTÉA ALVES AZEVEDO, FERNANDO HENRIQUE AGUIAR VALE. 2005. «Leaf anatomy as taxonomic tool for Hippocrateoideae (Celastraceae) in the Southeast of Brazil». *Acta Bot. Bras.* **19**(4): 945–961.
- GRANADA-CHACÓN, W.A. & C. E. BENÍTEZ DE ROJAS. 2004. «Anatomía foliar de cuatro especies de *Solanum* L. Sección *Acanthophora* Dunal, en Venezuela». *Acta Cient. Venez.* **55**(1): 13–26.
- HARE, C. LEIGHTON. 1944. «On the taxonomic value of the anatomical structure of the vegetative organs of the dicotyledons. 5. The anatomy of the petiole and its taxonomic value». *Proc. Linnean Soc. London* **155**: 223–229.
- INGOLE, SHUBHANGI N. & G. V. PATIL. 2003. «Petiolar anatomy of some members of Verbenaceae». *J. Indian Bot. Soc.* **82**(1–4): 47–61.

- KAMEL, E. A. & M.H.A. LOUTFY. 2001. «The Significance of Cuticular Features, Petiole Anatomy and SDS-PAGE in the taxonomy of the Lauraceae». *Pakistan J. Biol. Sci.* **4**(9): 1094–1100.
- KAPLAN, AYSE & ÖZDEN INCEOGLU. 2003. «Leaf anatomy and morphology of 14 species belonging to the Turkish Rhinanthea (Scrophulariaceae) tribe». *Israel J. Plant Sci.* **51**(4): 297–305.
- KARIS, PER OLA. 2004. «Taxonomy, phylogeny and biogeography of *Limonium* sect. *Pteroclados* (Plumbaginaceae), based on morphological data». *Bot. J. Linn. Soc.* **144**(4): 461–482.
- KOCIS, M. & A. BORHIDI. 2003. «Petiole anatomy of some Rubiaceae genera». *Acta Bot. Hungarica* **45**(3–4): 345–353.
- KRAVTSOVA, T. I. & S. CARVAJAL. 1995. «Siconium wall structure in Mexican species of the genus *Ficus* L. (Moraceae)». *Bot. Zhurnal* **80**(1): 42–55.
- LEITÃO, M. M. NOLLA. 1974. «Contribuição ao estudo da anatomia foliar de *Ficus glabra* Vell. (Moraceae)». *Rev. Brasil. Biol.* **34**(1): 19–33.
- LEITÃO, M. M. NOLLA. 1984. «Estudo comparativo do subgênero *Pharmacosycea* no Brasil. I. *Ficus obtusiuscula* (Miq.) Miq.» *Bradea* **4**(6): 31–40.
- LOTOCKA, BARBARA & ANNA GESZPRYCH. 2004. «Anatomy of the vegetative organs and secretory structures of *Rhaponticum carthamoides* (Asteraceae)». *Bot. J. Linn. Soc.* **144**(2): 207–233.
- LUCANSKY, TERRY W. & RICHARD A. WHITE. 1974. «Comparative Studies of the Nodal and Vascular Anatomy in the Neotropical Cyatheaceae. III. Nodal and Petiole Patterns; Summary and Conclusions». *Amer. J. Bot.* **61**(8): 818–828.
- LYSHEDE, OLE B. 2002. «Comparative and functional leaf anatomy of selected Alstroemeriaceae of mainly Chilean origin». *Bot. J. Linn. Soc.* **140**(3): 261–272.
- MELLO FILHO, L. E. DE Y L. DE J. NEVES. 1989. «Anatomia foliar de *Ficus organensis* (Miq.) Miq.» *Bradea* **5**(15): 156–165. [LE: 4414].
- MELLO FILHO, L. E. DE, L. DE J. NEVES Y R.M. DOS S. ISAIAS. 1990. «Anatomia foliar de *Ficus benghalensis* L.» *Bradea* **5**: 324–333.
- MELLO FILHO, L. E. DE Y L. DE J. NEVES. 1982. «Anatomia foliar de *Ficus religiosa* L.» *Bradea* **3**(33): 261–272.
- MELLO FILHO, L. E. DE, L. DE J. NEVES Y L.D.R.S. FERNANDES. 1980. «Sobre a anatomia foliar de *Ficus gnaphalocarpa* (Miq.) Steud ex A. Rich. (Moraceae)». *Rev. Bras. Biol.* **40**(3): 495–510.
- MELLO FILHO, L. E. DE, L. DE J. NEVES, R. LIMA Y S. CALDAS. 1983. «Anatomia foliar de *Ficus microcarpa* L.f. (Moraceae)». *Bradea* **3**(44): 387–398. Illustr.
- MELLO FILHO, L.E. DE., L. DE J. NEVES Y L.D.R.S. FERNANDES. 1982. «Contribuição ao estudo da anatomia foliar de *Ficus auriculata* Lour.» *Bol. Mus. Nac.-N.S.- Botanica* **66**: 1–26. Illustr.
- MELLO FILHO, L. E. DE. 1963. *Introdução ao estudo do genero Ficus (Moraceae) na Guanabara e arredores*. Rio de Janeiro.
- MELLO FILHO, L. E. DE Y M. M. NOLLA LEITÃO. 1975. «Contribuição a anatomia foliar de *Ficus nymphaeifolia* L. (Moraceae)». *Rev. Brasil. Biol.* **35**(1): 141–153. Illustr. [No en LE].
- MELLO FILHO, L. E. DE Y L. DE J. NEVES. 1978. «Sobre a anatomia foliar de *Ficus lyrata* Warb.» *Rev. Brasil. Biol.* **38**(2): 431–444. Illustr. [No en LE].
- MELLO FILHO, L. E. DE Y L. DE J. NEVES. 1976. «Sobre a anatomia foliar de *Ficus sagittifolia* Warb. ex Mildbraed & Burret (Moraceae)». *Rev. Bras. Biol.* **36**(1): 139–156.
- MELLO-DE-PINNA, GLADYS F. A. E NANUZA L. MENEZES. 2002. «Anatomia dos órgãos vegetativos de *Ianthopappus corymbosus* Roque & Hind (Asteraceae-Mutisieae)». *Rev. Bras. Bot.* **25**(4): 505–514.
- METCALFE, CHARLES R. & LAURANCE CHALK. 1950. *Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem, and wood in relation to taxonomy, with notes on economic uses*. Oxford, Clarendon Press, 2 vols. (lxiv, 1500 p.). Bibliography: vol. 2, p. [1363]-1458.
- METCALFE, CHARLES R. 1968. Current developments in systematic plant anatomy. Pp. 45-57, in: Heywood, V. H. (ed.), *Modern methods in plant taxonomy*. London
- MURILLO, J. 2002. «Anatomia foliar de la subtribu Conceveibinae (Euphorbiaceae)». *Rev. Biol. Trop.* **50**(1): 9–20.
- NEVES, L. DE J. Y L. E. DE MELLO FILHO. 1986. «Anatomia foliar de *Ficus benjamina* L.» *Bradea* **4**(37): 297–304. Illustr.
- NEVES, L. DE J. 1985. «Classificação dos esclerócitos foliares de *Ficus longifolia* Schott.» *Bradea* **4**(21): 143–148. Illustr. [LE: 4414].
- NIKLAS, KARL J. 1999. «A mechanical perspective on foliage leaf form and function». *New Phytologist* **143**(1): 19–31.
- OGUNDIPE, O. T. & D. E. WUJEK. 2004. «Foliar anatomy on twelve genera of Bignoniaceae (Lamiales)». *Acta Bot. Hungarica* **46**(3–4): 337–361.
- OLIVEIRA, VIRGINIA DEL CARMEN Y MARIA DAS GRAÇAS SAJO. 1999. «Leaf anatomy of epiphyte species of Orchidaceae». *Rev. Bras. Bot.* **22**(3): 365–374.
- OLOWOKUDEJO, J. D. 1987. «Taxonomic value of petiole anatomy in the genus *Biscutella* L. (Cruciferae)». *Bull. Jard. Bot. Natl. Belg.* **57**(3–4): 307–320.
- PÉREZ, M. & S. REBOLLAR. 2003. «Anatomía y usos de las hojas maduras de tres especies de *Sabal* (Arecaceae) de Yucatán, México». *Rev. Biol. Trop.* **51**(2): 333–344.
- PETROVA, E. F. 1974. «K anatomii épidermisa listya inzhira». *Byull. Vses. Ord. Lenina Rastenievod. N. I. Vavilova* **41**: 53–59.

- REIS, CLÁUDIA DOS, SUZANA LÚCIA PROENÇA, MARIA DAS GRAÇAS SAJO. 2004. «Leaf vasculature and petiole anatomy of Melastomataceae from the cerrado of the São Paulo State, Brazil». *Acta Bot. Bras.* **18**(4): 987–999.
- RODRIGUES, TATIANE MARIA & SÍLVIA RODRIGUES MACHADO. 2004. «Comparative anatomy of pulvinus, petiole and rachis of *Pterodon pubescens* Benth. (Fabaceae - Faboideae)». *Acta Bot. Bras.* **18**(2): 381–390.
- SAJWAN, V. S., N. HARJAL Y G. S. PALIWAL. 1977. «Developmental anatomy of the leaf of *Ficus religiosa* L.» *Annals of Botany* **41**: 292–302.
- SCATENA, V. L., A. M. GIULIETTI, E. L. BORBA & C. VAN DEN BERG. 2005. «Anatomy of Brazilian Eriocaulaceae: correlation with taxonomy and habitat using multivariate analyses». *Plant Syst. Evol.* **253**(1–4): 1–22.
- SCHARASCHKIN, TANYA & JAMES A. DOYLE. 2006. «Anatomy and morphology character evolution in *Anaxagorea* (Annonaceae)». *Amer. J. Bot.* **93**: 36–54.
- SCHWARZWALDER, ROBERT N., JR. & DAVID L. DILCHER. 1991. «Systematic Placement of the Platanaceae in the Hamamelidae». *Ann. Missouri Bot. Gard.* **78**(4): 962–969.
- SHRESTHA K. K. 1992. «The taxonomic significance of the petiole anatomy in the genus *Cyananthus* (Campanulaceae)». *Bot. Zhurnal* **77**(8): 83–89.
- SOLOMON, ALLEN M. 1983. «Pollen Morphology and Plant Taxonomy of White Oaks in Eastern North America». *Amer. J. Bot.* **70**(4): 481–494.
- SOUZA, L. A., I. S. MOSCHETA Y J. H. G. OLIVEIRA. 2004. «Morfología y anatomía comparativa de la hoja y tallo de *Peperomia dahlstedtii* C.DC., *Ottonia martiana* Miq. y *Piper diospyrifolium* Kunth (Piperaceae)». *Gayana Bot.* **61**(1): 6–17.
- STACE, CLIVE A. 1965. «Cuticular studies as an aid to plant taxonomy». *Bull. British Mus. (Natural History). Botany* **4**(1): 78 p. illus., 5 plates. Bibliogr. p. 71–78.
- STERN, WILLIAM L. & GEORGE K. BRIZICKY. 1958. The «Comparative Anatomy and Taxonomy of *Heteropyxis*». *Bull. Torrey Bot. Club* **85**(2): 111–123.
- STUESSY, TOD F. 1989. *Plant taxonomy: the systematic evaluation of comparative data*. Columbia University Press, New York., xvii, 514 p., ill. Bibliogr. p. 407–489.
- THEOBALD, WILLIAM L. 1967. «Anatomy and Systematic Position of *Uldinia* (Umbelliferae)». *Brittonia* **19**(2): 165–173.
- TRIFONOVA, V. I. & I. G. ZUBKOVA. 1990. «The comparative-anatomical study of petiole in representatives of the genus *Cornus* s. l. (Cornaceae) in relation of its taxonomy». *Bot. Zhurnal* **75**(6): 820–828.
- XIAO, LONG-QIAN, XUE-JUN GE, XUN GONG, GANG HAO & SI-XIANG ZHENG. 2004. «ISSR Variation in the Endemic and Endangered Plant *Cycas guizhouensis* (Cycadaceae)». *Annals of Botany* **94**: 133–138.
- YUNUS, M. & A. K. DWIVEDI. 1982 [1980]. «Scanning electron microscopy of leaf surface of some *Ficus* spp.» *New Bot.* **7**: 49–53.
- ZAKORKO, N. G. 1985. «Anatomical features of the petiolar structure in the family Ulmaceae s. str.» *Bot. Zhurnal* **70**(12): 1621–1625.
- ZAVADA, MICHAEL S. & MUYEOL KIM. 1996. «Phylogenetic analysis of Ulmaceae». *Plant Syst. Evol.* **200**(1–2): 13–20.

Fecha efectiva de publicación
diciembre 29 de 2006

Caracterización estructural y diversidad de comunidades arbóreas de La Sierra de Quila

RAYMUNDO VILLAVICENCIO GARCÍA, PAOLA BAUCHE PETERSEN, AGUSTÍN GALLEGOS RODRÍGUEZ,
ANA LUISA SANTIAGO PÉREZ Y FRANCISCO MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ

Departamento de Producción Forestal
Departamento de Ecología
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Universidad de Guadalajara

Las Agujas, km 15.5 carretera Guadalajara-Nogales
C.P. 45020, Zapopan, Jalisco, México.
Correo electrónico: vgr02072@cucba.udg.mx

Resumen

Se analizaron y compararon comunidades arbóreas distribuidas por tipo de suelo en la Sierra de Quila, Jalisco en composición, estructura y diversidad. El área de estudio comprende un transecto de 1500 ha, donde una matriz de 93 sitios de muestreo (0.05 ha c/u) fue establecida sistemáticamente. En los sitios se inventariaron árboles adultos (≥ 7 cm de diámetro). La caracterización estructural vertical se definió con el índice de perfil vertical de Pretzsch; la estructura horizontal fue estimada con base a la frecuencia, el área basal y la distribución diamétrica. Con la finalidad de explorar algunas otras variables ambientales (gradientes ecológicos) entre comunidades de árboles (abundancia de especies) se utilizó una ordenación de Bray & Curtis, empleando la técnica de varianza-regresión. La comparación de la diversidad de especies entre comunidades arbóreas fue cuantificada calculando los índices de Shannon, Evenness, Simpson y Margaleff. Se definieron seis comunidades arbóreas referidas al aspecto edafológico, identificándose 14 familias que agrupan 16 géneros que comprenden 33 especies. Los géneros más frecuentes fueron *Quercus* (52%) y *Pinus* con 36%. La comparación estructural horizontal con base a la distribución diamétrica mostró un comportamiento decreciente en todas las comunidades, como característica típica de comunidades arbóreas multietáneas, donde el número de árboles disminuye conforme aumenta el diámetro. La diversidad de especies (índice de diversidad de Shannon) más alta se registró en la comunidad del suelo Feozem, debido probablemente a su distribución con un declive altitudinal más amplio y la vegetación potencial tropical caducifolia, sin embargo, los valores de Simpson y Evenness indicaron que no es la más alta en abundancia de especies. La ordenación de las comunidades arbóreas mostró que las variables de elevación y sustrato (tipo de suelo y pendiente) fueron las más relevantes en la organización de las comunidades debido a la variación en la composición florística. Con la finalidad de registrar especies o comunidades arbóreas que no fueron identificadas en el transecto, se recomienda continuar y ampliar la red de sitios, ya que el estudio de estructuras y diversidad florística son una importante herramienta para la planeación, manejo y conservación de comunidades arbóreas y su biodiversidad.

Abstract

The composition, structure and diversity of tree communities distributed to different soil types were investigated and compared in the Sierra de Quila, Jalisco. The study area comprised a transect of 1500 ha, where a matrix of 93 plots (0.05 ha each one) was systematically established. Within the plots adult trees were registered (≥ 7 cm diameter). The structural characterization was carried out by using the vertical profile index of Pretzsch whereas the frequency, tree basal area and diametric distribution provided the basis for the estimation of the horizontal structure. In order to explore some other environmental variables (ecological gradients) between trees communities (species abundance) were used the Bray & Curtis ordination, employing the technique of variance-regression. A comparison of species diversity between tree communities was quantified by calculating the Shannon, Evenness, Simpson and Margaleff indexes. There were defined six arboreal communities referring to the soil aspect. In the communities were identified 32 species in 16 genera and 14 families. The most frequent genus was *Quercus* (52%) followed by *Pinus* (36%). The horizontal structure comparison based on the diametric distribution showed a decreasing behavior in all the communities, as it is a typical characteristic of arboreal multi-age communities, where the number of trees diminishes according to the increase of diameter. Species diversity (Shannon diversity index) was higher in communities on Feozem soil, perhaps due to a wider altitudinal gradient distribution and the potential tropical dry vegetation nevertheless, the values of Simpson and Evenness indicated that it is not the highest in abundance of species. The arrangement of the arboreal communities showed that the variables of elevation and substrate (type of soil and slope) were the most relevant in the organization of the communities by reason of the change in the floristic composition. With the purpose of registering species and arboreal communities that were not identified in the transect, it is recommended to continue and extend the network of plots, since the study of structures and floristic diversity is an important tool for planning, management and conservation of arboreal communities and their biodiversity.

Introducción

La conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales son, entre otros, dos de los objetivos principales de las áreas naturales protegidas (LGEEPA 1999). El uso de índices de diversidad que ponderan la riqueza y la abundancia de especies proporcionan una validez científica para decidir criterios de conservación, ya que éstas son con frecuencia utilizadas como indicadores ambientales por ser interpretadas como un índice de salud del ecosistema (Magurran 1988). Los índices de diversidad se han aplicado en la conservación y manejo forestal, en virtud de que expresan en valores numéricos la información de censos o muestras, que contribuyen a fundamentar la toma de decisiones en el manejo de los bosques (Lübbbers 1997), a causa de que su aplicación genera un elemento indispensable de datos que coadyuvan a orientar las acciones de protección y manejo en la conservación de la diversidad biológica de los habitats. Como ejemplo se puede mencionar el estudio de Corral et al. (2001), quienes aplican modelos ecológicos de abundancia y evalúan el equilibrio ecológico en un bosque de niebla, o bien, en el bosque tropical subcaducifolio, donde el estudio de Gallegos et al. (2001) concluye que los índices de importancia ecológica que se utilizaron en un bosque tropical en la costa del estado de Jalisco, permitieron interpretar que las especies de menor frecuencia podrán extinguirse a causa de un mal manejo de aprovechamiento.

La Sierra de Quila se caracteriza por poseer un gran reservorio de especies y diversidad genética (Guerrero y López 1997). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es analizar los diferentes índices de estimación de la diversidad aplicados en comunidades arbóreas según su relación con el tipo de suelo, además de comparar cada comunidad con base en su composición, estructura y riqueza.

Materiales y métodos

ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo se llevó a cabo en el Área de Protección de Flora y Fauna «Sierra de Quila» (APFFSQ), ubicada entre los paralelos 20° 14' y 20° 22' N; 103° 57' y 104° 07' W. Su límite altitudinal varía de 1350 a 2560m y cubre una superficie de 14,098 hectáreas, ubicadas dentro de los municipios de Tecolotlán, Tenamaxtlán y San Martín de Hidalgo en el estado de Jalisco. Prevalen dos tipos de clima, el templado húmedo con lluvias en verano y el caliente húmedo con larga

temporada seca (García 1988). La precipitación pluvial media anual es de 900 mm. Guerrero y López (1997) describen para la Sierra de Quila seis tipos de vegetación: bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de galería y bosque espinoso (figura 1).

El APFFSQ posee los siguientes subtipos de suelo según la clasificación FAO/UNESCO: Cambisol eutrítico, Cambisol húmico, Feozem háplico, Feozem lúvico, Litosol, Luvisol crómico, Regosol eutrítico y Vertisol pélico (INEGI 1972). De acuerdo a Wild (1992) e INEGI (1998 y 1999) los suelos Cambisoles se caracterizan por ser suelos poco desarrollados (25 cm de espesor), de textura media con un contenido máximo de arcilla en el horizonte superior, pudiéndose mostrar diferentes en vista y textura en la capa superficial; el Cambisol eutrítico presenta un subsuelo rico o muy rico en nutrientes, por el contrario, el Cambisol húmico presenta de regular a buen contenido de materia orgánica pero pobre en nutrientes. Los suelos Feozem son suelos mas lixiviados, con capa superficial oscura y una marcada acumulación de materia orgánica y nutrientes, acumulándose alrededor del 35% de arcillas en el horizonte medio. Los suelos Litosoles presentan menos de 10 cm de espesor y buen contenido de materia orgánica. El subtipo Luvisol crómico es un suelo con horizonte arcilloso (superior a 40% en los 100 cm superficiales) y con buen contenido de materia orgánica. Los suelos Regosoles son suelos delgados, con un promedio de arcilla inferior a 20% en los primeros 100 cm superficiales, se consideran suelos poco desarrollados sin estructura y de textura variable; el Regosol eutrítico es rico o muy rico en nutrientes con regular contenido de materia orgánica.

ESTABLECIMIENTO DE SITIOS DE MUESTREO

Para este estudio se seleccionó un transecto rectangular (10 × 1.8 km) considerándose como Área Piloto (AP) con orientación de norte a sur en la parte central del APFFSQ. El AP comprende distintas cotas altitudinales, diferentes tipos de suelo y por tanto vegetación. Para definir la estratificación de las comunidades arbóreas y su relación con el aspecto edafológico, primeramente se efectuó una superposición de capas temáticas mediante el uso de un sistema de información geográfica con datos vectoriales topográficos y edafológicos de las cartas F13D73 Atengo, F13D74 Cocula y F13D83 Tecolotlán del INEGI (1972). Posteriormente en el interior del AP se estableció una red de 93 sitios circulares (cada sitio de 500 m²) permanentes con distribución sistemática cuadrículada de 400 × 400m. En cada sitio se

enumeraron todos los árboles > 7 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), se levantaron datos dasométricos y variables cualitativas (figura 2).

$$A = - \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^Z p_{ij} \cdot \ln(p_{ij})$$

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

La estructura horizontal fue evaluada con base al número de árboles por hectárea, el área basal y sus distribuciones diamétricas. Para la caracterización de la estructura vertical por comunidad arbórea se utilizó el índice del perfil vertical (A) de Pretzsch (1996), quien define tres pisos de altura para la aplicación del índice, piso superior de 80 a 100% de la altura máxima del rodal; piso intermedio sobre 50 a 80% y piso inferior de 0 a 50%. La fórmula se describe como:

donde:

- S = número de especies presentes
- Z = número de pisos de altura
- P_{ij} = proporción de especies en los pisos de altura
 $p_{ij} = N_{ij}/N$
- N_{ij} = número de individuos de la especie i en el piso j
- N = número total de individuos

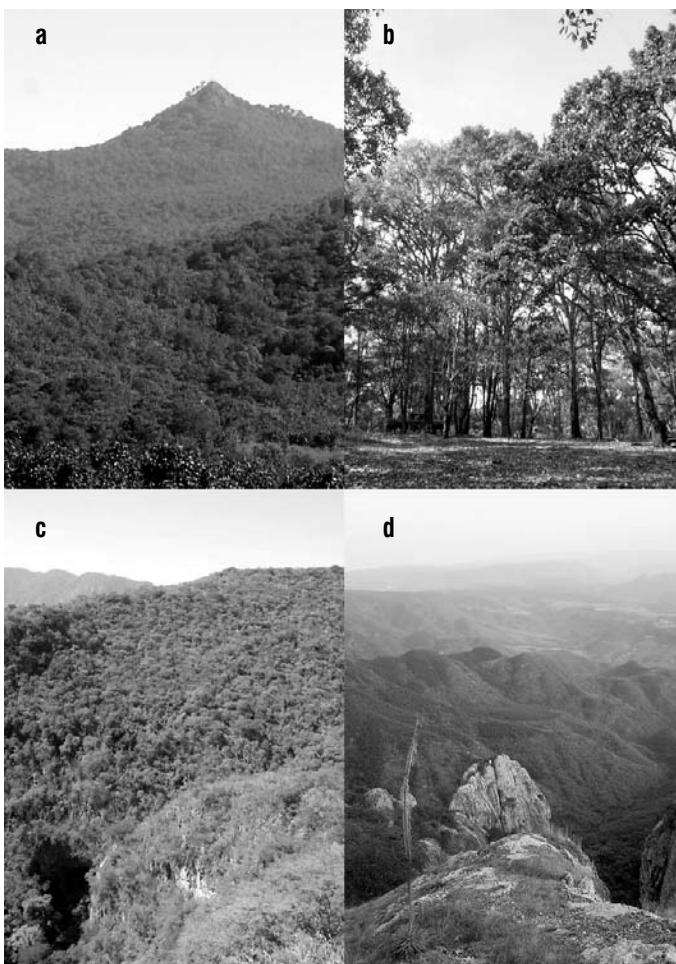


Figura 1. a) Bosque predominante de pino-encino, al fondo el Cerro “El Huehuenton” (2560m); b) Rodal de encino-pino; c) y d) Bosque tropical caducifolio en la porción sur de la Sierra de Quila (1500-1850m).

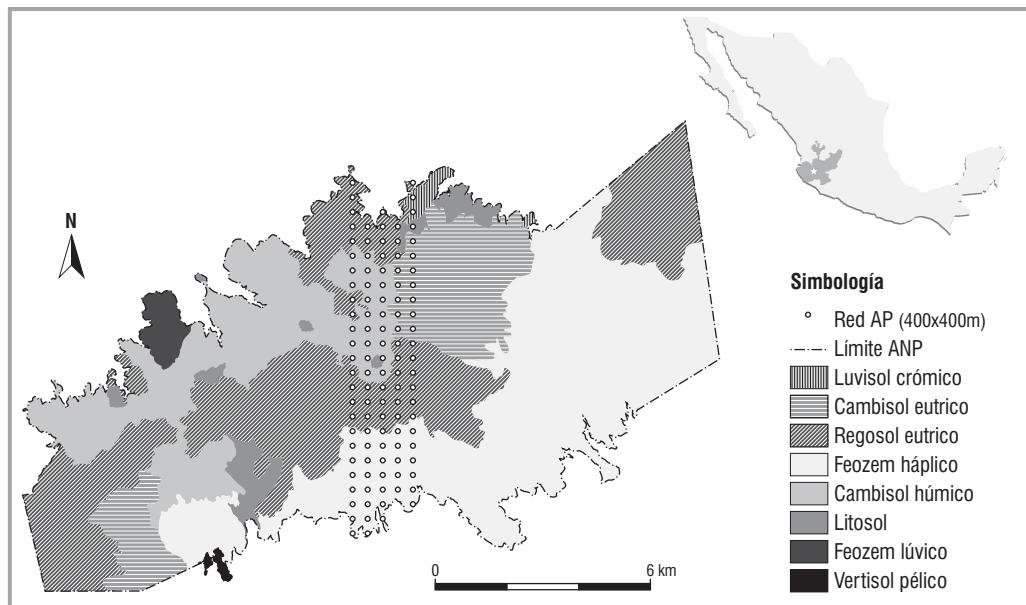


Figura 2. Estratificación por subtipos de suelo del APFFSQ y red de distribución de sitios permanentes en el Área Piloto.

El valor A tiene un rango de 0 hasta un valor máximo (A_{max}). Un valor $A = 0$ se interpreta como una comunidad arbórea que está representada por una sola especie y está constituida en un solo piso. El valor máximo (A_{max}) se obtiene cuando la totalidad de las especies están presentes con la misma distribución dentro de cada piso:

$$A_{max} = \ln(S \cdot Z)$$

DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN COMUNIDADES ARBÓREAS

Para la estimación de la diversidad y riqueza de especies se emplearon los índices de Shannon, Evenness, Simpson y Margaleff descritos ampliamente por Magurran (1988). La composición de especies por comunidad arbórea se determinó mediante el índice de importancia ecológica (IVI), que es el producto de la suma de valores relativos (%) de la abundancia (N /hectárea), la dominancia (m^2 /hectárea) y la frecuencia (N_s), su resultado se utiliza para determinar el «peso ecológico» de cada especie dentro de una comunidad (Lamprecht 1990; Aguirre y Jiménez 1998). Para el análisis comparativo de afinidad de especies por tipo de estrato se empleó el coeficiente de similitud de Sørensen descrito por Magurran (1988).

ANÁLISIS MULTIVARIABLE

Las relaciones entre las comunidades arbóreas y otras variables ambientales (además del aspecto edafológico) se exploraron mediante una ordenación de Bray-Curtis, es decir, con los datos de las abundancias de especies y los factores físicos del medio. Se utilizó el paquete PC-ORD 4.10 (McCune y Mefford 1999).

La ordenación de Bray-Curtis mediante la técnica *varianza-regresión* se considera un método efectivo para revelar gradientes ecológicos, además de ser una de las herramientas más utilizadas para el análisis de comunidades (McCune y Mefford 1999; McCune y Grace 2002). Su función es posicionar las unidades de muestreo dentro de un sistema de coordenadas o ejes, con el fin de obtener la similitud entre muestras y su relación con gradientes ambientales (Ludwig y Reynolds 1988). El procedimiento selecciona aquellas muestras con los valores más distantes y las utiliza como polos, y a partir de éstos comienza a posicionar las demás muestras para los tres ejes utilizados (Ludwig y Reynolds 1988). Con la matriz de datos de abundancias se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico (*cluster*), como método de agrupamiento el vecino más lejano y semejanza relativa de Sørensen, como medida de distancia y con el fin de corroborar la correspondencia de los grupos en la ordenación.

Resultados

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

De las cartas temáticas se obtuvieron un total de ocho diferentes subtipos de suelo para el APFFSQ, identificados como: Cambisol eutrítico, Cambisol húmico, Feozem háplico, Feozem lúvico, Litosol, Luvisol crómico, Regosol eutrítico y Vertisol pélico. Sin embargo, solo en el AP se presentaron seis diferentes subtipos de suelo. El cuadro 1 muestra la superficie y distribución por subtipo de suelo del AP, donde existe una distribución similar en los suelos: Regosol 34%, Feozem 29% y Cambisol 33%; siendo estos mismos los predominantes para el APFFSQ. En lo subsiguiente se le denominará a cada subtipo de suelo: «estrato», por lo tanto, cada comunidad arbórea será también referida como estrato (cuadro 1).

DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN

El género *Quercus* aparece con mayor frecuencia dentro de la comunidad (N) con 52%, le continúa el género *Pinus* en segundo con 36%; resaltando las siguientes especies por orden de predominancia: *Quercus resinosa* Liebm. con 41.5%, *Pinus lumholtzii* B.L. Rob & Fernald con 15.7% y *Pinus douglasiana* Martínez con 11.5%. Se obtuvo entre comunidades una densidad de individuos por hectárea de 260 hasta 775 (cuadro 1); el mismo cuadro indica los valores dasométricos descriptivos para cada comunidad por estrato, haciendo énfasis en la baja aparición de número de especies en los estratos IV y V (no mayor a 5), pudiéndose atribuir al bajo tamaño de muestra encontrado (0.1 hectáreas) para cada subtipo de suelo dentro del AP.

ESTRUCTURA HORIZONTAL DE LA VEGETACIÓN

Las áreas basales en los estratos I, II, y VI varían entre 25 y 27 m²/hectárea, no habiendo diferencia

significativa ($\alpha = 0.05$) con este parámetro estructural entre los estratos I y II (suelos Cambisoles), así como individualmente entre los estratos I y II con respecto al estrato VI (Regosol eutrítico). El área basal de 12.8 m²/hectárea del estrato III, representa el valor medio obtenido en el estrato I, a pesar de presentar un número similar de árboles/hectárea (530), debe señalarse que el 47.5% de las especies encontradas en esta comunidad (estrato III) corresponden al bosque tropical caducifolio. La comparación estructural horizontal con base en la distribución porcentual por clase diamétrica, muestra un comportamiento decreciente (J-invertida) en todos los estratos, como característica típica de comunidades arbóreas multietáneas, donde el número de árboles disminuye conforme incrementa el DAP (figura 3), siendo dicha condición muy peculiar en los bosques naturales de México (Müller-Using 1994).

ESTRUCTURA VERTICAL DE LA VEGETACIÓN

En la distribución vertical de especies por comunidad en el cuadro 2, resalta la del estrato I, la cual está estructurada con 52% en el piso de altura intermedio, la especie dominante en el piso superior es *Pinus lumholtzii* con 36%, en el intermedio y bajo *Quercus resinosa* con 54 y 50% respectivamente. La comunidad del estrato II resultó tener mayor equidad; la frecuencia de especies por piso de altura al igual que el estrato I, la ocupa *Pinus (P. douglasiana)* en el piso superior con 44%; *Quercus resinosa* aparece en los pisos de altura medio y bajo con 42 y 38%.

La comunidad del estrato III está distribuida en el piso de altura intermedio con 49%. Sin embargo, dentro de los sitios de muestreo localizados en este tipo de suelo, *Quercus resinosa* es la especie dominante en los tres doseles (superior, medio, inferior) con 40%, 30% y 47%. Similar al estrato III lo presenta el estrato IV, donde *Quercus resinosa* predomina en todos los pisos

Cuadro 1. Superficie y distribución porcentual por subtipo de suelo y datos descriptivos por comunidad arbórea.

Suelo	Estrato	Superficie (ha)	Superficie (%)	No. de Especies	Árboles/ha	Área Basal/ha (m ²)	Altura (m)	DAP promedio (cm)
Cambisol eutrítico	I	161.5	10.3	12	535	26.0	11.5	18.3
Cambisol húmico	II	363.2	23.1	17	775	27.0	11.7	20.7
Feozem háplico	III	456.9	29.0	23	533	12.8	8.0	15.9
Litosol	IV	40.5	2.6	5	760	18.1	8.6	15.2
Luvisol crómico	V	20.3	1.3	4	260	6.4	6.6	15.7
Regosol eutrítico	VI	532.2	33.8	17	755	25.0	11.1	17.3
Total		1574	100	33	655	23.0	10	17.9

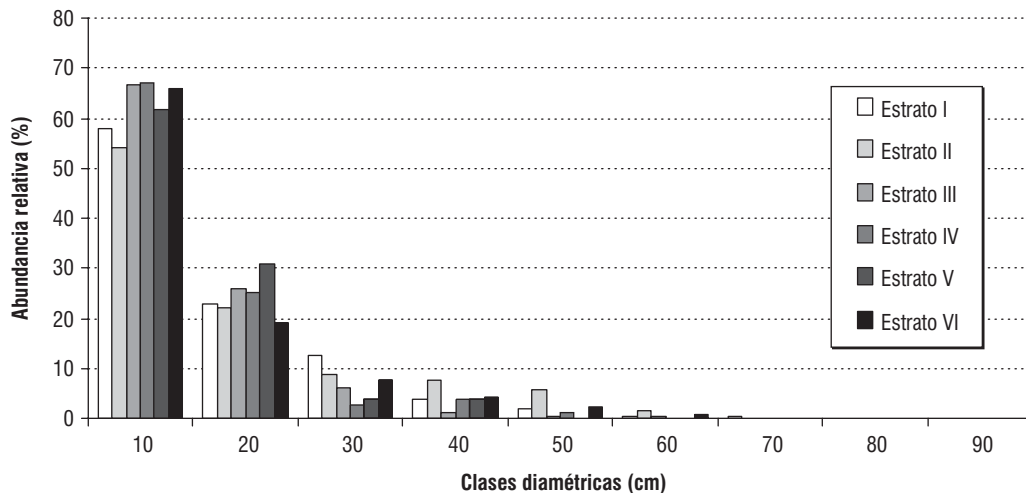


Figura 3. Distribución porcentual de individuos por clase diamétrica por estrato.

(58, 51 y 69%) con respecto al total de la comunidad que lo compone. Para el estrato V, *Pinus douglasiana* es dominante en la parte alta (100%), *Quercus resinosa* en la parte media y baja con 53 y 50% respectivamente, debiendo señalar que el grueso de la comunidad está conformada en el piso intermedio con 65.4%. Por último, el dosel superior del estrato VI lo ocupa *Pinus lumholtzii* con 36.5%, en el piso medio y bajo aparece *Quercus resinosa* con 53 y 58%; el total de esta comunidad está estructurada en el piso intermedio (46%). Los valores obtenidos del índice de perfil vertical de especies (A) para cada tipo de estrato se muestran en el cuadro 2, donde el índice (A) más bajo ($0.95 = 38.3\%$ de A_{max}) lo registró una comunidad de cuatro especies (estrato V), siendo éste el único donde se presenta en el piso superior una sola especie (*Pinus douglasiana*). Los valores mayores de (A), se obtienen en aquellas comunidades cuyo número de especies están distribuidas proporcionalmente en cada piso de altura, como lo son para los estratos I, II, III y IV, donde muestran un valor porcentual alto con respecto al valor máximo, concluyendo en una alta heterogeneidad de especies distribuidas verticalmente en los tres pisos de altura.

DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES ARBÓREAS

El índice de Shannon aumenta conforme se presenta el mayor número de especies y su proporción es homogénea, es decir, el índice no sólo depende del

número de especies, si no también de la frecuencia con que están representadas; en la comunidad del estrato III, se registraron los valores más altos en riqueza de especies según el índice de Shannon (2.23) y de Margalef (3.67). Sin embargo, el valor del índice de Simpson (5.52) y el índice de uniformidad de Evenness (0.71), demuestran que no es el más alto en abundancia de especies. Los valores menores de Shannon (1.13) y de Margalef (0.92) los presentó la comunidad del estrato V ($N = 26$), representada por cuatro especies, No obstante, para el estrato IV ($N = 76$), que también tiene una mínima aparición de especies (5) presentó un valor relativamente mayor (1.25), sin ser significativo ($P > 0.001$); el índice de riqueza de Margalef para ambas comunidades registró igual (0.92), lo que demuestra que el índice valoriza la diversidad sin contemplar el número de individuos (n) que le componen (figura 4).

Resulta notorio que el valor de Simpson (4.84) para la comunidad del estrato II ($N = 775$) se apoya en la abundancia de individuos, siendo menos sensible a la riqueza de especies. La uniformidad de especies muestra para el caso del estrato IV un valor elevado (0.77), ya que presenta una alta abundancia de individuos y un bajo número de especies (5), mientras que los estratos I y II están representados por especies igualmente abundantes, coincidiendo su valor de uniformidad; sin embargo, estos no mostraron significancia en términos de diversidad ($P > 0.001$).

Para el bosque de encino-pino, las tres especies que

Cuadro 2. Distribución porcentual vertical e índice del perfil (A) por comunidad arbórea (Estrato).

Estrato	N	Inferior	Intermedio (0-50%)	Superior (50-80%)	A (80-100%)	(%)	A _{max}	(%)
I	465	22.6	51.8	25.6	2.64	(75.6)	3.49	(100)
II	642	33	31.8	35.2	2.87	(74.2)	3.87	(100)
III	400	33	49	18	3.11	(76.9)	4.04	(100)
IV	76	17.1	67.1	15.8	2	(74.1)	2.7	(100)
V	26	15.4	65.4	19.2	0.95	(38.3)	2.48	(100)
VI	1435	29.4	46	24.6	2.66	(68.7)	3.87	(100)
Población	3044	-	-	-	3.06	(67.1)	4.56	(100)

presentan el valor del índice de importancia ecológica más alto por comunidad arbórea en orden jerárquico son: para el estrato I, *Quercus resinosa*, *Pinus lumholtzii* y *P. douglasiana*. En el estrato II aparecen *Pinus douglasiana*, seguido de *Quercus resinosa* y *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. En el estrato III se encontró a *Quercus resinosa*, seguido de *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth. y *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg., un cuarto orden referido a este tipo de vegetación (bosque tropical caducifolio) lo ocupa *Ipomoea murucoides* Roem. & Schult. Dentro de los estratos IV y V considerados también como superficies del bosque de encino-pino, se presentó como primera especie *Pinus douglasiana* y *Quercus resinosa* en el estrato IV, sin embargo para el estrato V, el orden de especies fue inverso. Por último, la comunidad arbórea del estrato VI, registró a la especie *Quercus resinosa* como de mayor «peso ecológico», seguidos de *Pinus lumholtzii* y *P. douglasiana*; las especies como *Alnus acuminata* Kunth, *Clethra*

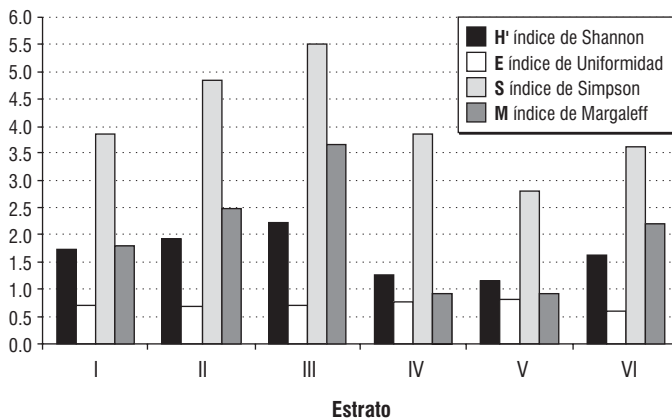
hartwegii Britton y *Prunus serotina* Ehrh. se presentaron de manera esporádica, por ser especies concentradas en sitios cercanos a arroyos o cañadas pequeñas.

De acuerdo a la afinidad florística de Sörensen, los estratos IV y V presentaron el mayor porcentaje con 89%, toda vez que ambas comunidades se encontraron situadas en la misma cota altitudinal (2000-2100m). Los estratos I y II presentan un alto porcentaje de similitud con respecto al estrato VI (76 y 82%); la cobertura que alberga estos tipos de suelo dentro del AP está situada entre los 2100 y 2300m. Por otro lado, los valores porcentuales bajos de afinidad los presentó la comunidad del estrato III, donde influyó concretamente el tipo de ecosistema donde se desarrolla (cuadro 3).

ANÁLISIS MULTIVARIABLE

En la ordenación Bray-Curtis el primer eje de ordenación explica el 90% de la variación total, el segundo eje 7.15% y el tercero 2%. La variación total

Figura 4. Diversidad y riqueza de especies por comunidad arbórea (Estrato).



Cuadro 3. Coeficiente de similitud florística de Sørensen en porcentaje.

Estrato	I	II	III	IV	V	VI
I	-					
II	69	-				
III	29	45	-			
IV	59	45	14	-		
V	50	38	15	89	-	
VI	76	82	50	45	38	-

acumulada y explicada por estos tres ejes fue de 98%. El primer eje de ordenación correlacionó con elevación y con longitud ($r = -0.869, -0.667$), el segundo eje con pendiente y el tercer eje con un gradiente elevacional ($r = 0.334$) (cuadro 4).

El diagrama de ordenación (figura 5), muestra en la porción derecha a los sitios 99, 103, 104, 106, 108, 110 y 111, este grupo se formó por sitios con bosque tropical caducifolio. En ellos se registró la menor elevación, situados en exposición sur predominante y con pendiente pronunciada; las especies que correlacionaron bajo estas condiciones fueron: *Acacia pennatula*, *Ipomoea murucoides*, *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth, *Heliocarpus terebinthinaceus* (DC.) Hochr, *Thevetia ovata* (Cav.) A. DC., *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl., *Eysenhardtia polystachya*, *Bursera bipinnata* (DC.) Engl., *Viguiera quinqueradiata* (Cav.) A. Gray ex S. Watson, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f. y *Acacia hindsii* Benth.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación entre variables ambientales y los ejes de ordenación de Bray-Curtis.

Variable	Eje1	Eje 2	Eje 3
Elevación	-0.869	0.314	0.334
Longitud	-0.667	0.030	0.120
Pendiente	0.174	-0.339	-0.223
Latitud	-0.315	-0.031	-0.002
Exposición	-0.103	-0.208	-0.229
Tipo de suelo	-0.206	-0.162	-0.150
Erosión	-0.115	-0.212	-0.044

Asimismo, al centro de la porción positiva del eje 1 se ubicaron los sitios que corresponden con ecotonos entre bosque tropical caducifolio y encinar (sitios 88, 89, 93 y 98), en donde alcanzan su máxima abundancia:

Thevetia ovata, *Lysiloma acapulcensis* y *Heliocarpus terebinthinaceus*; por último en la porción izquierda del diagrama se ubicaron los sitios que correspondieron con el bosque de encino-pino y pino-encino, en estos, alcanzaron sus máximas abundancias las especies: *Quercus resinosa*, *Pinus lumholtzii*, *P. douglasiana*, *P. oocarpa* y *Arbutus xalapensis* Kunth.

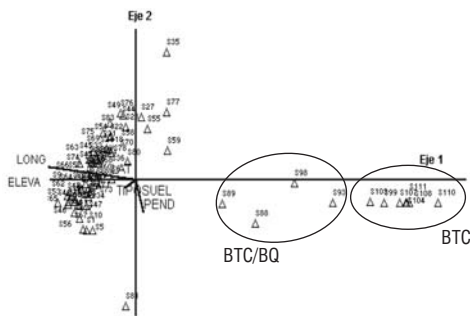


Figura 5. Diagrama de ordenación de Bray-Curtis con sitios (Δ) y variables ambientales(-). BTC= Bosque tropical caducifolio; BTC/BQ= Ecotono bosque tropical caducifolio y encinar caducifolio.

Conclusiones

1. Se registraron 14 familias que agrupan 16 géneros que comprenden 32 especies. Los principales géneros fueron *Quercus* (52%) y *Pinus* (36%). La variación y distribución de las especies están relacionadas con las características del sustrato y la asociación del gradiente altitudinal donde se desarrollan, tal es el caso de la comunidad arbórea en el estrato III (Feozem háplico) la cual presentó en una amplitud altitudinal de 400m y donde el espectro de diversidad (valores mayores de α) es más amplio.

2. El IVI, demostró que sin importar la variable ambiental que se tome como indicador, las especies arbóreas dominantes en el AP son *Quercus resinosa*, *Pinus lumholtzii* y *P. douglasiana* para el bosque de pino-encino y *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia polystachya* e *Ipomoea murucoides* para el bosque tropical caducifolio.

3. La diversidad β , expresada mediante la tasa de recambio entre comunidades (Coeficiente de Sørensen), disminuye a medida que aumenta la altitud, lo que permitió medir la heterogeneidad en composición florística en el área de estudio. De acuerdo con los resultados de la ordenación Bray-Curtis, se sugiere que las variables ambientales más importantes

Cuadro 5. Coeficientes de correlación entre especies y ejes.

Especie	Eje 1	Eje 2	Eje 3
<i>Quercus resinosa</i> Liebm.	-0.963	-0.117	-0.013
<i>Q. laeta</i> Liebm.	-0.259	0.371	-0.037
<i>Q. eduardii</i> Trel.	-0.224	-0.545	-0.082
<i>Q. candicans</i> Née	-0.273	0.409	0.176
<i>Q. coccolobifolia</i> Trel.	-0.655	-0.228	-0.195
<i>Q. obtusata</i> Humb. et Bonpl.	-0.363	0.816	0.643
<i>Q. castanea</i> Née	-0.422	0.728	0.690
<i>Q. genryi</i> C.H. Mull.	-0.087	-0.492	-0.019
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schtdl.	-0.703	0.111	0.192
<i>P. lumholtzii</i> B.L. Rob. & Fernald	-0.899	-0.122	-0.131
<i>P. douglasiana</i> Martínez	-0.820	0.291	0.403
<i>P. devoniana</i> Lindl.	-0.262	0.703	0.223
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	-0.001	0.328	0.244
<i>Acacia glandulosa</i> Guillemín	-0.507	0.172	-0.137
<i>A. pennatula</i> (Schtdl. & Cham.) Benth.	0.947	-0.222	-0.320
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth.	-0.795	-0.170	0.135
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	0.957	-0.214	-0.141
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth	0.458	-0.107	0.310
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochr.	0.886	-0.201	-0.048
<i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A. DC.	0.458	-0.107	0.310
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	0.712	-0.165	0.138
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	0.972	-0.217	-0.324
<i>Bursera bipinnata</i> (DC.) Engl.	0.961	-0.216	-0.331
<i>Viguiera quinqueradiata</i> (Cav.) A. Gray ex S. Watson	0.949	-0.212	-0.321
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0.951	-0.210	-0.312
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	0.914	-0.202	-0.352
<i>Acacia hindsi</i> Benth.	0.939	-0.208	-0.289
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	-0.018	0.654	0.358
<i>Clethra hartwegii</i> Britton	-0.380	0.546	0.449
Otras hojosas	-0.086	0.489	0.428

que explican la variación en la composición florística de las comunidades arbóreas en el área de estudio corresponden a una combinación de características del paisaje (elevación, latitud y longitud) y del sustrato (tipo de suelo, pendiente). Sin embargo para estudios posteriores se recomienda incluir factores como la topografía, exposición, presencia de disturbio y factores históricos de manejo.

4. El empleo de índices de diversidad permite expresar indicadores de procesos ecológicos que se llevan a cabo en sitios de interés, mismos que proporcionan una herramienta más en la toma de decisiones para el manejo de áreas naturales.

5. Con el fin de registrar especies o comunidades arbóreas que en el AP no fueron encontradas, se recomienda ampliar la red de sitios de muestreo distribuidos objetivamente en toda el área protegida,

mismos que deberán acompañarse de estudios detallados de suelo a fin de corroborar la coincidencia de límites y superficies digitalizadas, del mismo modo, poder referir sus atributos con la comunidad arbórea.

Agradecimientos

A Raymundo Ramírez Delgadillo del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara por el apoyo en la identificación del material botánico. Al Comité Regional de Protección, Promoción y Fomento de los Recursos Naturales de la Sierra de Quila, A.C. y al Departamento de Producción Forestal de la Universidad de Guadalajara por la infraestructura y apoyo logístico brindado. A Servando Carvajal y dos revisores anónimos por sus sugerencias al documento. ❖

Bibliografía

AGUIRRE C., O. Y J. JIMÉNEZ P. 1998. «Evaluación y análisis de la estructura de ecosistemas forestales». En AGUIRRE B. C., *North American Science Symposium. Toward a Unified Framework for Inventorying and Monitoring Forest Ecosystem Resources*. Guadalajara, México, pp. 416-420

CORRAL, J., O. AGUIRRE C. Y J. JIMÉNEZ P. 2001. «Medición de disturbio ecológico en un bosque de niebla, utilizando modelos de abundancia de especies». *Memorias del V Congreso Mexicano de Recursos Forestales*. Universidad de Guadalajara-CUCBA. Sociedad Mexicana de Recursos Forestales A.C. Guadalajara, México

GALLEGOS R., A., E. ABUNDIO R., M. E. MORALES R., Y E. HERNÁNDEZ A. 2001. «Valor de importancia de especies arbóreas en un bosque tropical de la costa de Jalisco». *Memorias V Congreso Mexicano de Recursos Forestales*. Universidad de Guadalajara-CUCBA. Sociedad Mexicana de Recursos Forestales A.C. Guadalajara, México

GARCÍA, E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen* (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). Instituto de Geografía, UNAM. México, 246 pp.

GUERRERO N., J. J. Y G. LÓPEZ C. 1997. *La vegetación y la flora de la Sierra de Quila, Jalisco*. Universidad de Guadalajara, México, 91 pp.

INEGI. 1972. *Cartas Edafológicas F13D73 Atengo, F13D74 Cocula, F13D83 Tecolotlán*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México

INEGI. 1998. *Perfiles de suelos*. Banco de información sobre perfiles de suelos. Versión 1.0. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México

- INEGI. 1999. *Estadísticas del medio ambiente*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Tomo I. México. pp 71–72.
- LAMPRECHT, H. 1990. *Silvicultura en los Trópicos*. Verlag Paul Parey. GTZ, Alemania, p. 49.
- LGEEPA. 1999. *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente*. Ediciones Delma. México D.F.
- LÜBBERS, P. 1997. Diversitätsindizes und Stichprobenverfahren. En PELZ D. (Comp.). Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Biometrie und Informatik (10. Tagung; 1997, Freiburg). Abt. Forstl. Biometrie, Universität Freiburg, pp. 50–58.
- LUDWIG, J. A. Y J. F. REYNOLDS. 1988. *Statistical Ecology*. A primer on Methods and Computing. WILEY-Interscience, EUA, 339 pp.
- MAGURRAN, A. 1988. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral, España, pp. 3–9, 12, 45, 163, 167–183.
- MCCUNE, B. Y J. B. GRACE. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software design. Gleneden Beach, Oregon, USA, 300 pp.
- MCCUNE, B. Y M. J. MEFFORD. 1999. *PC-ORD for Windows*. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.0. MjM Software. Gleneden Beach, Oregon, USA, 234 pp.
- MÜLLER-USING B. 1994. *Contribución al conocimiento de los bosques de encino y pino-encino en el noreste de México*. Reporte Científico No. 14. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. 194 pp.
- PORTA, J., LÓPEZ A. M. Y C. ROQUERO. 1999. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 849 pp.
- PRETZSCH, H. 1996. *Strukturvielfalt als Ergebnis waldbaulichen Handelns*. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten. Sekt. Ertragskunde. Jahrestagung 1996. Nehresheim. pp. 134–154.
- SARH. 1993. *Estudio de la flora y fauna de la zona protectora forestal Sierra de Quila*. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, México
- WILD, A. 1992. *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 1045 pp.

Fecha efectiva de publicación
diciembre 29 de 2006

ISSN 0187-7054



9 770187 705005

Consulte esta y otras publicaciones via internet en
www.cucba.udg.mx/new/publicaciones